

Docket No.: 60188-143

PATENT

#3

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Application of

Shinji KITAMURA

Serial No.: Group Art Unit:

Filed: January 16, 2002 Examiner:

For: APPARATUS AND METHOD FOR EMBEDDING WATERMARK INFORMATION IN
COMPRESSED IMAGE DATA, AND APPARATUS AND METHOD FOR
RETRIEVING WATERMARK INFORMATION FROM COMPRESSED IMAGE DATA
HAVING WATERMARK INFORMATION EMBEDDED THEREIN

J1046 U.S. PRO
10/046484
01/16/02

CLAIM OF PRIORITY AND
TRANSMITTAL OF CERTIFIED PRIORITY DOCUMENT

Commissioner for Patents
Washington, DC 20231

Sir:

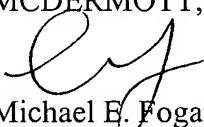
In accordance with the provisions of 35 U.S.C. 119, Applicant hereby claims the priority of:

Japanese Patent Application No. 2001-025664, filed February 1, 2001

cited in the Declaration of the present application. A certified copy is submitted herewith.

Respectfully submitted,

MCDERMOTT, WILL & EMERY


Michael E. Fogarty
Registration No. 36,139

600 13th Street, N.W.
Washington, DC 20005-3096
(202) 756-8000 MEF:mlw
Date: January 16, 2002
Facsimile: (202) 756-8087

60188-143
Shinji KITAMURA,
January 16, 2001
McDermott, Will & Emery

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて
いる事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed
with this Office

出願年月日

Date of Application:

2001年 2月 1日

出願番号

Application Number:

特願2001-025664

出願人

Applicant(s):

松下電器産業株式会社

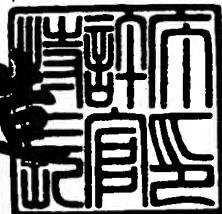
01/16/02
2001-025664
PRO

CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

2001年11月 2日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

及川耕三



出証番号 出証特2001-309756

【書類名】 特許願
【整理番号】 5037620072
【提出日】 平成13年 2月 1日
【あて先】 特許庁長官 殿
【国際特許分類】 H04N 1/40
【発明者】
【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内
【氏名】 北村 臣二
【特許出願人】
【識別番号】 000005821
【氏名又は名称】 松下電器産業株式会社
【代理人】
【識別番号】 100077931
【弁理士】
【氏名又は名称】 前田 弘
【選任した代理人】
【識別番号】 100094134
【弁理士】
【氏名又は名称】 小山 廣毅
【選任した代理人】
【識別番号】 100110939
【弁理士】
【氏名又は名称】 竹内 宏
【選任した代理人】
【識別番号】 100110940
【弁理士】
【氏名又は名称】 嶋田 高久

【選任した代理人】

【識別番号】 100113262

【弁理士】

【氏名又は名称】 竹内 祐二

【選任した代理人】

【識別番号】 100115059

【弁理士】

【氏名又は名称】 今江 克実

【選任した代理人】

【識別番号】 100115510

【弁理士】

【氏名又は名称】 手島 勝

【選任した代理人】

【識別番号】 100115691

【弁理士】

【氏名又は名称】 藤田 篤史

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 014409

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0006010

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 情報埋め込み装置、情報埋め込み方法、情報取り出し装置、および情報取り出し方法

【特許請求の範囲】

【請求項1】 直交変換・量子化・ランレンジス符号化・可変長符号化が施されてすでに圧縮されている画像データに透かし情報を埋め込む装置であって、符号語と当該符号語に対応する付加ビットとを符号テーブルに基づいて圧縮画像データから抽出する可変長復号化手段と、

前記可変長復号化手段によって抽出された付加ビットの所定のビットに透かし情報を埋め込む埋め込み手段と、

前記埋め込み手段によって透かし情報が埋め込まれた付加ビットと前記可変長復号化手段によって抽出された符号語とを連結して可変長符号を生成する連結手段とを備える

ことを特徴とする情報埋め込み装置。

【請求項2】 請求項1に記載の情報埋め込み装置において、

前記可変長復号化手段によって抽出された符号語が第1の周波数領域に属するか否かを判定する領域判定手段をさらに備え、

前記埋め込み手段は、

前記第1の周波数領域に属すると前記領域判定手段によって判定された符号語に対応する付加ビットの所定のビットに透かし情報を埋め込むことを特徴とする情報埋め込み装置。

【請求項3】 請求項1に記載の情報埋め込み装置において、

前記可変長復号化手段によって抽出された付加ビットが所定のビット長を有するか否かを判定するビット長判定手段をさらに備え、

前記埋め込み手段は、

前記所定のビット長を有すると前記ビット長判定手段によって判定された付加ビットの所定のビットに透かし情報を埋め込むことを特徴とする情報埋め込み装置。

【請求項4】 請求項1に記載の情報埋め込み装置において、

前記可変長復号化手段によって抽出された符号語の色成分が所定の色成分であるか否かを判定する色成分判定手段をさらに備え、

前記埋め込み手段は、

前記所定の色成分であると前記色成分判定手段によって判定された符号語に対応する付加ビットの所定のビットに透かし情報を埋め込むことを特徴とする情報埋め込み装置。

【請求項5】 請求項1に記載の情報埋め込み装置において、

前記可変長復号化手段はさらに、

前記抽出処理の前処理として、前記符号テーブルに基づいて前記圧縮画像データから符号語を抽出し、

前記情報埋め込み装置はさらに、

前記可変長復号化手段によって前処理として抽出された符号語の数をカウントする符号語カウンタを備える

ことを特徴とする情報埋め込み装置。

【請求項6】 請求項5に記載の情報埋め込み装置において、

前記符号語カウンタによってカウントされた符号語の数に基づいて、透かし情報を埋め込むべき前記所定のビットを指定する埋め込みビット指定手段をさらに備える

ことを特徴とする情報埋め込み装置。

【請求項7】 請求項2に記載の情報埋め込み装置において、

前記可変長復号化手段はさらに、

前記抽出処理の前処理として、前記符号テーブルに基づいて前記圧縮画像データから符号語を抽出し、

前記領域判定手段はさらに、

前記可変長復号化手段によって前処理として抽出された符号語が第2の周波数領域に属するか否かを判定し、

前記情報埋め込み装置はさらに、

前記第2の周波数領域に属すると前記領域判定手段によって判定された符号語の数をカウントする領域符号語カウンタを備える

ことを特徴とする情報埋め込み装置。

【請求項8】 請求項7に記載の情報埋め込み装置において、

前記領域符号語カウンタによってカウントされた符号語の数に基づいて前記第1の周波数領域を指定する周波数領域指定手段をさらに備える
ことを特徴とする情報埋め込み装置。

【請求項9】 請求項1に記載の情報埋め込み装置において、

付加ビットのどのビットに透かし情報が埋め込まれたかを示すヘッダ情報を生成する手段と、

前記ヘッダ情報生成手段によって生成されたヘッダ情報と前記連結手段によって生成された可変長符号とを多重化する手段とをさらに備える
ことを特徴とする情報埋め込み装置。

【請求項10】 請求項2に記載の情報埋め込み方法において、

前記埋め込み手段によって透かし情報が埋め込まれた付加ビットが属する周波数領域を示すヘッダ情報を生成する手段と、

前記ヘッダ情報生成手段によって生成されたヘッダ情報と前記連結手段によって生成された可変長符号とを多重化する手段とをさらに備える
ことを特徴とする情報埋め込み装置。

【請求項11】 請求項9に記載の情報埋め込み装置によって透かし情報が埋め込まれた圧縮画像データから当該透かし情報を取り出す装置であって、

透かし情報が埋め込まれた前記所定のビットを前記ヘッダ情報に基づいて認識する解析手段と、

符号テーブルに基づいて圧縮画像データから付加ビットを抽出する可変長復号化手段と、

前記可変長復号化手段によって抽出された付加ビットから前記解析手段によって認識された前記所定のビットのデータを取り出す手段とを備える
ことを特徴とする情報取り出し装置。

【請求項12】 請求項10に記載の情報埋め込み装置によって透かし情報が埋め込まれた圧縮画像データから当該透かし情報を取り出す装置であって、

透かし情報が埋め込まれた付加ビットが属する周波数領域を前記ヘッダ情報に

基づいて認識する解析手段と、

符号テーブルに基づいて圧縮画像データから付加ビットを抽出する可変長復号化手段と、

前記可変長復号化手段によって抽出された付加ビットが前記解析手段によって認識された周波数領域に属するとき、当該付加ビットの前記所定のビットのデータを取り出す手段とを備える

ことを特徴とする情報取り出し装置。

【請求項13】 直交変換・量子化・ランレンジス符号化・可変長符号化が施されてすでに圧縮されている画像データに透かし情報を埋め込む方法であって

符号語と当該符号語に対応する付加ビットとを符号テーブルに基づいて圧縮画像データから抽出するステップと、

前記抽出ステップによって抽出された付加ビットの所定のビットに透かし情報を埋め込むステップと、

前記埋め込みステップによって透かし情報が埋め込まれた付加ビットと前記抽出ステップによって抽出された符号語とを連結して可変長符号を生成するステップとを備える

ことを特徴とする情報埋め込み方法。

【請求項14】 請求項13に記載の情報埋め込み方法によって透かし情報が埋め込まれた圧縮画像データを復元し、

復元された画像の劣化の程度に応じて前記所定のビットの数を少なくして、前記抽出ステップ・前記埋め込みステップ・前記生成ステップを行うことを特徴とする情報埋め込み方法。

【請求項15】 請求項13に記載の情報埋め込み方法において、埋め込むべき透かし情報の一部を埋め込めなかったときは、

前記所定のビットの数を多くして、再度、前記抽出ステップ・前記埋め込みステップ・前記生成ステップを行う

ことを特徴とする情報埋め込み方法。

【請求項16】 請求項13に記載の情報埋め込み方法において、

前記抽出ステップによって抽出された符号語が第1の周波数領域に属するか否かを判定するステップをさらに備え、

前記埋め込みステップでは、

前記第1の周波数領域に属すると前記判定ステップによって判定された符号語に対応する付加ビットの所定のビットに透かし情報を埋め込むことを特徴とする情報埋め込み方法。

【請求項17】 請求項16に記載の情報埋め込み方法によって透かし情報が埋め込まれた圧縮画像データを復元し、

復元された画像の劣化の程度に応じて前記第1の周波数領域を狭くして、前記抽出ステップ・前記埋め込みステップ・前記生成ステップを行うことを特徴とする情報埋め込み方法。

【請求項18】 請求項16に記載の情報埋め込み方法において、埋め込むべき透かし情報の一部を埋め込めなかったときは、前記第1の周波数領域を広くして、再度、前記抽出ステップ・前記埋め込みステップ・前記生成ステップを行うことを特徴とする情報埋め込み方法。

【請求項19】 請求項13に記載の情報埋め込み方法において、前記抽出ステップによって抽出された付加ビットが所定のビット長を有するか否かを判定するステップをさらに備え、

前記埋め込みステップでは、前記所定のビット長を有すると前記判定ステップによって判定された付加ビットの所定のビットに透かし情報を埋め込むことを特徴とする情報埋め込み方法。

【請求項20】 請求項19に記載の情報埋め込み方法によって透かし情報が埋め込まれた圧縮画像データを復元し、

復元された画像の劣化の程度に応じて前記所定のビット長の範囲を狭くして、前記抽出ステップ・前記埋め込みステップ・前記生成ステップを行うことを特徴とする情報埋め込み方法。

【請求項21】 請求項19に記載の情報埋め込み方法において、

埋め込むべき透かし情報の一部を埋め込めなかったときは、
前記所定のビット長の範囲を広くして、再度、前記抽出ステップ・前記埋め込みステップ・前記生成ステップを行う
ことを特徴とする情報埋め込み方法。

【請求項22】 請求項13に記載の情報埋め込み方法において、
前記抽出ステップによって抽出された符号語の色成分が所定の色成分であるか否かを判定するステップをさらに備え、
前記埋め込みステップでは、
前記所定の色成分であると前記判定ステップによって判定された符号語に対応する付加ビットの所定のビットに透かし情報を埋め込む
ことを特徴とする情報埋め込み方法。

【請求項23】 請求項22に記載の情報埋め込み方法によって透かし情報が埋め込まれた圧縮画像データを復元し、
復元された画像の劣化の程度に応じて前記所定の色成分を変更して、前記抽出ステップ・前記埋め込みステップ・前記生成ステップを行う
ことを特徴とする情報埋め込み方法。

【請求項24】 請求項13に記載の情報埋め込み方法において、
前記抽出ステップの前処理として、
前記符号テーブルに基づいて前記圧縮画像データから符号語を抽出し、
抽出した符号語の数をカウントする
ことを特徴とする情報埋め込み方法。

【請求項25】 請求項24に記載の情報埋め込み方法において、
前記前処理ではさらに、
カウントした符号語の数に基づいて、透かし情報を埋め込むべき前記所定のビットを指定する
ことを特徴とする情報埋め込み方法。

【請求項26】 請求項16に記載の情報埋め込み方法において、
前記抽出ステップの前処理として、
前記符号テーブルに基づいて前記圧縮画像データから符号語を抽出し、

抽出した符号語が第2の周波数領域に属するか否かを判定し、
前記第2の周波数領域に属すると判定された符号語の数をカウントする
ことを特徴とする情報埋め込み方法。

【請求項27】 請求項26に記載の情報埋め込み方法において、
前記前処理ではさらに、
カウントした符号語の数に基づいて前記第1の周波数領域を指定する
ことを特徴とする情報埋め込み方法。

【請求項28】 請求項13に記載の情報埋め込み方法において、
付加ビットのどのビットに透かし情報が埋め込まれたかを示すヘッダ情報と前
記連結ステップによって生成された可変長符号とを多重化するステップをさらに
備える
ことを特徴とする情報埋め込み方法。

【請求項29】 請求項16に記載の情報埋め込み方法において、
前記埋め込みステップによって透かし情報が埋め込まれた付加ビットが属する
周波数領域を示すヘッダ情報と前記連結ステップによって生成された可変長符号
とを多重化するステップをさらに備える
ことを特徴とする情報埋め込み方法。

【請求項30】 請求項28に記載の情報埋め込み方法によって透かし情報
が埋め込まれた圧縮画像データから当該透かし情報を取り出す方法であって、
透かし情報が埋め込まれた前記所定のビットを前記ヘッダ情報に基づいて認識
するステップと、
符号テーブルに基づいて圧縮画像データから付加ビットを抽出するステップと

前記抽出ステップによって抽出された付加ビットから前記認識ステップによっ
て認識された前記所定のビットのデータを取り出すステップとを備える
ことを特徴とする情報取り出し方法。

【請求項31】 請求項29に記載の情報埋め込み方法によって透かし情報が
埋め込まれた圧縮画像データから当該透かし情報を取り出す方法であって、
透かし情報が埋め込まれた付加ビットが属する周波数領域を前記ヘッダ情報に

基づいて認識するステップと、

符号テーブルに基づいて圧縮画像データから付加ビットを抽出するステップと

前記抽出ステップによって抽出された付加ビットが前記認識ステップによって認識された周波数領域に属するとき、当該付加ビットの前記所定のビットのデータを取り出すステップとを備えることを特徴とする情報取り出し方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は、情報埋め込み装置、情報埋め込み方法、情報取り出し装置、および情報取り出し方法に関する。さらに詳しくは、すでに圧縮されている画像データに音声情報や著作権情報などの情報（透かし情報）を埋め込む装置および方法、ならびに透かし情報が埋め込まれた圧縮画像データから当該透かし情報を取出す装置および方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

近年、画像や音楽などのマルチメディア・コンテンツに対する著作権を保護するため、電子透かし技術に関する研究が活発になってきている。電子透かし技術とは、画像や音楽などのマルチメディア・コンテンツに著作権情報などの別の情報（透かし情報）を密かに記録しておく（埋め込む）ことによって不正コピーや無断利用などを抑制する技術である。特に画像データに関しては、不正コピーや無断利用の取り締まりを目的として著作権情報を埋め込む技術だけでなく、透かし情報として音声情報を埋め込んでおき再生時に画像と音声との両方を楽しむことができるようとする技術も考えられている。

【0003】

JPEGやMPEGのフォーマットですでに圧縮されている画像データに著作権情報や音声情報などの情報（透かし情報）を新たに埋め込む処理は、図31に示すような情報埋め込み装置によって以下のようにして行われる。まず、可変長

復号化部311およびランレンジス復号化部312によって、圧縮画像データに対して可変長復号化処理およびランレンジス復号化処理が施されてDCT係数が抽出される。抽出されたDCT係数は係数メモリ313に一時的に記憶される。次いで、埋め込み処理部314によって、係数メモリ313に記憶されたDCT係数のビット指定情報によって指定されたビットに透かし情報が埋め込まれる。次いで、ランレンジス符号化部315および可変長符号化部316において、透かし情報が埋め込まれたDCT係数に対してランレンジス符号化処理および可変長符号化処理が施される。このようにして圧縮画像データに透かし情報が埋め込まれる。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

上述のように、JPEGやMPEGのフォーマットすでに圧縮されている画像データに透かし情報を新たに埋め込む場合、可変長復号化・ランレンジス復号化・透かし情報の埋め込み・ランレンジス符号化・可変長符号化といった処理を行う。ところが、図31に示した情報埋め込み装置では、可変長符号化処理と可変長復号化処理とで共通の符号テーブル317を用いるため、これら両方の処理を同時に実行することはできない。そこで、可変長復号化処理およびランレンジス復号化処理によって得られたDCT係数を係数メモリ313に一時的に格納して、圧縮画像データの可変長復号化処理と透かし情報が埋め込まれた後のデータの可変長符号化処理とを時分割で行っている。

【0005】

この発明の目的は、すでに圧縮されている画像データに透かし情報を高速に埋め込むことができる情報埋め込み装置および方法を提供することである。

【0006】

【課題を解決するための手段】

この発明の1つの局面に従うと、情報埋め込み装置は、直交変換・量子化・ランレンジス符号化・可変長符号化が施されてすでに圧縮されている画像データに透かし情報を埋め込む装置であって、可変長復号化手段と、埋め込み手段と、連結手段とを備える。可変長復号化手段は、符号語と当該符号語に対応する付加ビ

ットとを符号テーブルに基づいて圧縮画像データから抽出する。埋め込み手段は、可変長復号化手段によって抽出された付加ビットの所定のビットに透かし情報を埋め込む。連結手段は、埋め込み手段によって透かし情報が埋め込まれた付加ビットと可変長復号化手段によって抽出された符号語とを連結して可変長符号を生成する。

【0007】

上記情報埋め込み装置では、圧縮画像データから符号語および付加ビットを抽出し、抽出した付加ビットの所定のビットに透かし情報を埋め込む。したがって、量子化後の係数（たとえば、DCT係数など）の所定のビットに透かし情報を埋め込む従来の情報埋め込み装置と異なり、量子化後の係数を抽出するためのランレンジス復号化処理を行う必要がない。また、付加ビットの所定のビットに透かし情報を埋め込むため、透かし情報の埋め込みの前後において符号語および付加ビット長は変わらない。したがって、従来の情報埋め込み装置と異なり、透かし情報を埋め込んだ後に可変長符号化処理を行う必要がない。

【0008】

このように上記情報埋め込み装置では、付加ビットの所定のビットに透かし情報を埋め込むため、ランレンジス復号化／符号化処理および可変長符号化処理を行う必要がない。したがって、従来の情報埋め込み装置よりも全体構成を簡略化することができる。

【0009】

また、可変長符号化処理を行う必要がないため、従来の情報埋め込み装置と異なり、圧縮画像データの可変長復号化処理と透かし情報が埋め込まれた後のデータの可変長符号化処理とを時分割で行う必要がない。したがって、すでに圧縮されている画像データに透かし情報を埋め込む処理を従来の装置よりも高速に行うことができる。この結果、低周波数動作における高速処理が可能となるため消費電力を低減することができる。

【0010】

好ましくは、上記情報埋め込み装置はさらに、領域判定手段を備える。領域判定手段は、可変長復号化手段によって抽出された符号語が第1の周波数領域に属

するか否かを判定する。そして上記埋め込み手段は、第1の周波数領域に属する
と領域判定手段によって判定された符号語に対応する付加ビットの所定のビット
に透かし情報を埋め込む。

【0011】

通常、透かし情報が埋め込まれた画像は埋め込まれる前に比べると劣化してい
る。ところが人間の目は、低い周波数成分の変化には敏感である一方、高い周波
数の変化に対しては鈍感であるという特性を有する。

【0012】

上記情報埋め込み装置では、第1の周波数領域に属する符号語に対応する付加
ビットに透かし情報を埋め込むことができる。したがって、透かし情報が埋め込
まれたことによる画質の劣化を分かりにくくするときには第1の周波数領域を比
較的高い周波数領域に設定する。一方、ライセンス料を支払ってはじめて鑑賞で
きるようになる画像のような場合には、不正ユーザに対しては透かし情報を意図
的に目で認識することができるような試みがなされており、このような場合には
第1の周波数領域を比較的低い周波数領域に設定する。このように、用途・目的
に応じた適切な周波数領域に透かし情報を埋め込むことができる。

【0013】

好ましくは、上記情報埋め込み装置はさらに、ビット長判定手段を備える。ビ
ット長判定手段は、可変長復号化手段によって抽出された付加ビットが所定のビ
ット長を有するか否かを判定する。そして上記埋め込み手段は、所定のビット長
を有するとビット長判定手段によって判定された付加ビットの所定のビットに透
かし情報を埋め込む。

【0014】

圧縮画像データに含まれる符号語の数は画像によってまちまちである。埋め込
むべき透かし情報のデータ量が比較的多いときは圧縮画像データに含まれるすべ
ての符号語に対応する付加ビットに透かし情報を埋め込む必要がある。しかし、
埋め込むべき透かし情報のデータ量が比較的少ないときは必ずしもすべての符号
語に対応する付加ビットに透かし情報を埋め込む必要はなく、一部の符号語に対
応する付加ビットに透かし情報を埋め込めばよい。このとき、発生頻度が高い（

圧縮画像データに含まれる割合が高い) 符号語に対応する付加ビットにだけ透かし情報を埋めこんだ場合よりも発生頻度が低い(圧縮画像データに含まれる割合が低い) 符号語に対応する付加ビットにだけ透かし情報を埋め込んだ場合のほうが画質の劣化が認識されにくい。

【0015】

通常、量子化後の係数は、その値が大きくなるにつれてその発生頻度が低くなる。また、値が大きくなる(発生頻度が低くなる)につれて、割り当てられるグループ番号が大きくなる。グループ番号が大きくなるにつれて、割り当てられる付加ビットのビット長は長くなる。したがって、発生頻度が低くなるにつれて、割り当てられる付加ビットのビット長が長くなる。また、グループ番号が大きくなるにつれて、割り当てられる符号語の長さ(符号長)が長くなる。すなわち、符号語の発生頻度が低い(圧縮画像データに含まれる割合が低い)ほど、対応するグループ番号が大きくかつ付加ビットのビット長が長くなる。

【0016】

上記情報埋め込み装置では、所定のビット長を有する付加ビットに透かし情報が埋め込まれる。したがって、例えば、埋め込むべき透かし情報のデータ量が比較的少ないときは、比較的長いビット長を有する(発生頻度が低い)付加ビットに透かし情報を埋め込む。これにより、透かし情報が埋め込まれている個所が画面上で分散されるため画質の劣化が認識されにくくなる。このように、用途・目的に応じた適切なビット長を有する付加ビットに透かし情報を埋め込むことができる。

【0017】

好ましくは、上記情報埋め込み装置はさらに、色成分判定手段を備える。色成分判定手段は、可変長復号化手段によって抽出された符号語の色成分が所定の色成分であるか否かを判定する。そして上記埋め込み手段は、所定の色成分であると色成分判定手段によって判定された符号語に対応する付加ビットの所定のビットに透かし情報を埋め込む。

【0018】

通常、透かし情報が埋め込まれた画像は埋め込まれる前に比べると劣化してい

る。ところが人間の目は、輝度成分の変化には敏感である一方、色差成分の変化に対しては鈍感であるという特性を有する。

【0019】

上記情報埋め込み装置では、所定の色成分の符号語に対応する付加ビットに透かし情報を埋め込むことができる。したがって、例えば、透かし情報を埋め込んだことによる画質の劣化をわかりにくくしたいときには色差成分の符号語に対応する付加ビットに透かし情報を埋め込むようにする。これにより、画質の劣化の影響を抑制することができる。このように、用途・目的に応じた適切な色成分の符号語に対応する付加ビットに透かし情報を埋め込むことができる。

【0020】

好ましくは、上記可変長復号化手段はさらに、上記抽出処理の前処理として、符号テーブルに基づいて圧縮画像データから符号語を抽出する。そして上記情報埋め込み装置はさらに、符号語カウンタを備える。符号語カウンタは、可変長復号化手段によって前処理として抽出された符号語の数をカウントする。

【0021】

上記情報埋め込み装置では、まず、可変長復号化手段によって前処理として圧縮画像データから符号語が順次抽出される。そして、抽出された符号語の数が符号語カウンタによってカウントされる。これにより、圧縮画像データに含まれている符号語の数をあらかじめ知ることができる。

【0022】

好ましくは、上記情報埋め込み装置はさらに、埋め込みビット指定手段を備える。埋め込みビット指定手段は、符号語カウンタによってカウントされた符号語の数に基づいて、透かし情報を埋め込むべき所定のビットを指定する。

【0023】

上記情報埋め込み装置では、符号語カウンタによってカウントされた符号語の数に基づいて、透かし情報を埋め込むべき所定のビットを指定し、指定したビットに透かし情報を埋め込む。これにより、透かし情報の埋め込み処理のやり直しを防止することができる。また、画質の劣化ができるだけ認識されにくくなるように均一に透かし情報を埋め込むことができる。

【0024】

好ましくは、上記可変長復号化手段はさらに、上記抽出処理の前処理として、符号テーブルに基づいて圧縮画像データから符号語を抽出する。上記領域判定手段はさらに、可変長復号化手段によって前処理として抽出された符号語が第2の周波数領域に属するか否かを判定する。上記情報埋め込み装置はさらに、領域符号語カウンタを備える。領域符号語カウンタは、第2の周波数領域に属すると領域判定手段によって判定された符号語の数をカウントする。

【0025】

上記情報埋め込み装置では、まず、可変長復号化手段によって前処理として圧縮画像データから符号語が順次抽出される。次いで、前処理として抽出された符号語が第2の周波数領域に属するか否かが領域判定手段によって判定される。次いで、第2の周波数領域に属すると判定された符号語の数が領域符号語カウンタによってカウントされる。これにより、圧縮画像データに含まれている符号語のうち第2の周波数領域に属する符号語の数をあらかじめ知ることができる。

【0026】

好ましくは、上記情報埋め込み装置はさらに、周波数領域指定手段を備える。周波数領域指定手段は、領域符号語カウンタによってカウントされた符号語の数に基づいて第1の周波数領域を指定する。

【0027】

上記情報埋め込み装置では、領域符号語カウンタによってカウントされた符号語の数に基づいて第1の周波数領域を指定し、指定した第1の周波数領域に属する符号語に対応する付加ビットの所定のビットに透かし情報を埋め込む。これにより、透かし情報の埋め込み処理のやり直しを防止することができる。

【0028】

好ましくは、上記情報埋め込み装置はさらに、ヘッダ情報生成手段と、多重化手段とを備える。ヘッダ情報生成手段は、付加ビットのどのビットに透かし情報が埋め込まれたかを示すヘッダ情報を生成する。多重化手段は、ヘッダ情報生成手段によって生成されたヘッダ情報と連結手段によって生成された可変長符号とを多重化する。

【0029】

上記情報埋め込み装置では、付加ビットのどのビットに透かし情報が埋め込まれたかを示すヘッダ情報を多重化している。したがって、画像復元時にヘッダ情報を解析することによって、埋め込んだ透かし情報を忠実に取り出すことができる。

【0030】

好ましくは、上記埋め込み装置はさらに、ヘッダ情報生成手段と、多重化手段とを備える。ヘッダ情報生成手段は、埋め込み手段によって透かし情報が埋め込まれた付加ビットが属する周波数領域を示すヘッダ情報を生成する。多重化手段は、ヘッダ情報生成手段によって生成されたヘッダ情報と連結手段によって生成された可変長符号とを多重化する。

【0031】

上記情報埋め込み装置では、透かし情報が埋め込まれた付加ビットが属する周波数領域を示すヘッダ情報を多重化している。したがって、画像復元時にヘッダ情報を解析することによって、埋め込んだ透かし情報を忠実に取り出すことができる。

【0032】

この発明のもう1つの局面に従うと、情報取り出し装置は、上記情報埋め込み装置によって透かし情報が埋め込まれた圧縮画像データから当該透かし情報を取り出す装置であって、解析手段と、可変長復号化手段と、取り出し手段とを備える。解析手段は、透かし情報が埋め込まれた上記所定のビットをヘッダ情報に基づいて認識する。可変長復号化手段は、符号テーブルに基づいて圧縮画像データから付加ビットを抽出する。取り出し手段は、可変長復号化手段によって抽出された付加ビットから解析手段によって認識された上記所定のビットのデータを取り出す。

【0033】

上記情報取り出し装置では、上記情報埋め込み装置によって透かし情報が埋め込まれた圧縮画像データから当該透かし情報が取り出される。この圧縮画像データには、付加ビットのどのビットに透かし情報が埋め込まれたかを示すヘッダ情

報が多重化されている。このヘッダ情報に基づいて、透かし情報が埋め込まれているビットが認識される。そして、可変長復号化手段によって抽出された付加ビットからこの認識されたビットのデータが取り出される。このように、上記情報取り出し装置では、透かし情報が埋め込まれた上記所定のビットをヘッダ情報に基づいて認識し、可変長復号化手段によって抽出された付加ビットから、当該認識した上記所定のビットのデータを取り出す。したがって、埋め込まれた透かし情報を忠実に取り出すことができる。

【0034】

この発明のさらにもう1つの局面に従うと、情報取り出し装置は、上記情報埋め込み装置によって透かし情報が埋め込まれた圧縮画像データから当該透かし情報を取り出す装置であって、解析手段と、可変長復号化手段と、取り出し手段とを備える。解析手段は、透かし情報が埋め込まれた付加ビットが属する周波数領域をヘッダ情報に基づいて認識する。可変長復号化手段は、符号テーブルに基づいて圧縮画像データから付加ビットを抽出する。取り出し手段は、可変長復号化手段によって抽出された付加ビットが解析手段によって認識された周波数領域に属するとき当該付加ビットの上記所定のビットのデータを取り出す。

【0035】

上記情報取り出し装置では、上記情報埋め込み装置によって透かし情報が埋め込まれた圧縮画像データから当該透かし情報が取り出される。この圧縮画像データには、透かし情報が埋め込まれている付加ビットが属する周波数領域を示すヘッダ情報が多重化されている。このヘッダ情報に基づいて、透かし情報が埋め込まれている付加ビットが属する周波数領域が認識される。そして、可変長復号化手段によって抽出された付加ビットのうち当該周波数領域に属する付加ビットの所定のビットのデータが取り出される。このように、上記情報取り出し装置では、透かし情報が埋め込まれている付加ビットが属する周波数領域をヘッダ情報に基づいて認識し、可変長復号化手段によって抽出された付加ビットのうち当該認識した周波数領域に属する付加ビットの上記所定のビットのデータを取り出す。したがって、埋め込まれた透かし情報を忠実に取り出すことができる。

【0036】

この発明のさらにもう1つの局面に従うと、情報埋め込み方法は、原画像データに対して直交変換・量子化・ランレンジス符号化・可変長符号化を施すことによってすでに圧縮されている画像データに透かし情報を埋め込む方法であって、抽出ステップと、埋め込みステップと、連結ステップとを備える。抽出ステップでは、符号語と当該符号語に対応する付加ビットとを符号テーブルに基づいて圧縮画像データから抽出する。埋め込みステップでは、抽出ステップによって抽出された付加ビットの所定のビットに透かし情報を埋め込む。連結ステップでは、埋め込みステップによって透かし情報が埋め込まれた付加ビットと抽出ステップによって抽出された符号語とを連結して可変長符号を生成する。

【0037】

上記情報埋め込み方法では、付加ビットの所定のビットに透かし情報を埋め込むため、ランレンジス復号化／符号化処理および可変長符号化処理を行う必要がない。したがって、従来の情報埋め込み方法よりも全体の処理を簡略化することができる。

【0038】

また、可変長符号化処理を行う必要がないため、従来の情報埋め込み方法と異なり、圧縮画像データの可変長復号化処理と透かし情報が埋め込まれた後のデータの可変長符号化処理とを時分割で行う必要がない。したがって、すでに圧縮されている画像データに透かし情報を埋め込む処理を従来の方法よりも高速に行うことができる。

【0039】

好ましくは、上記情報埋め込み方法によって透かし情報が埋め込まれた圧縮画像データを復元し、復元された画像の劣化の程度に応じて上記所定のビットの数を少なくして、再度、上記抽出ステップ・上記埋め込みステップ・上記生成ステップを行う。これにより、透かし情報が埋め込まれた圧縮画像の画質の劣化を抑えることができる。

【0040】

好ましくは、上記情報埋め込み方法において、埋め込むべき透かし情報の一部を埋め込めなかったときは、上記所定のビットの数を多くして、再度、上記抽出

ステップ・上記埋め込みステップ・上記生成ステップを行う。これにより、埋め込むべき透かし情報のすべてを確実に埋め込むことができる。

【0041】

好ましくは、上記情報埋め込み方法はさらに、抽出ステップによって抽出された符号語が第1の周波数領域に属するか否かを判定するステップを備える。そして上記埋め込みステップでは、第1の周波数領域に属すると判定ステップによつて判定された符号語に対応する付加ビットの所定のビットに透かし情報を埋め込む。

【0042】

通常、透かし情報が埋め込まれた画像は埋め込まれる前に比べると劣化している。ところが人間の目は、低い周波数成分の変化には敏感である一方、高い周波数の変化に対しては鈍感であるという特性を有する。

【0043】

上記情報埋め込み方法では、第1の周波数領域に属する符号語に対応する付加ビットに透かし情報を埋め込むことができる。したがって、例えば、透かし情報が埋め込まれたことによる画質の劣化を分かりにくくするときには第1の周波数領域を比較的高い周波数領域に設定する。一方、ライセンス料を支払ってはじめて鑑賞できるようになる画像のような場合には、不正ユーザに対しては透かし情報を意図的に目で認識することができるような試みがなされており、このような場合には第1の周波数領域を比較的低い周波数領域に設定する。このように、用途・目的に応じた適切な周波数領域に透かし情報を埋め込むことができる。

【0044】

好ましくは、上記情報埋め込み方法によって透かし情報が埋め込まれた圧縮画像データを復元し、復元された画像の劣化の程度に応じて上記第1の周波数領域を狭くして、再度、上記抽出ステップ・上記埋め込みステップ・上記生成ステップを行う。これにより、透かし情報が埋め込まれた圧縮画像の画質の劣化を抑えることができる。

【0045】

好ましくは、上記情報埋め込み方法において、埋め込むべき透かし情報の一部

を埋め込めなかつたときは、上記第1の周波数領域を広くして、再度、上記抽出ステップ・上記埋め込みステップ・上記生成ステップを行う。これにより、埋め込むべき透かし情報のすべてを確実に埋め込むことができる。

【0046】

好ましくは、上記情報埋め込み方法はさらに、抽出ステップによって抽出された付加ビットが所定のビット長を有するか否かを判定するステップを備える。そして上記埋め込みステップでは、所定のビット長を有すると判定ステップによつて判定された付加ビットの所定のビットに透かし情報を埋め込む。

【0047】

圧縮画像データに含まれる符号語の数は画像によってまちまちである。埋め込むべき透かし情報のデータ量が比較的多いときは圧縮画像データに含まれるすべての符号語に対応する付加ビットに透かし情報を埋め込む必要がある。しかし、埋め込むべき透かし情報のデータ量が比較的少ないときは必ずしもすべての符号語に対応する付加ビットに透かし情報を埋め込む必要はなく、一部の符号語に対応する付加ビットに透かし情報を埋め込めばよい。このとき、発生頻度が高い（圧縮画像データに含まれる割合が高い）符号語に対する付加ビットにだけ透かし情報を埋めこんだ場合よりも発生頻度が低い（圧縮画像データに含まれる割合が低い）符号語に対する付加ビットにだけ透かし情報を埋め込んだ場合のほうが画質の劣化が認識されにくい。

【0048】

通常、量子化後の係数は、その値が大きくなるにつれてその発生頻度が低くなる。また、値が大きくなる（発生頻度が低くなる）につれて、割り当てられるグループ番号が大きくなる。グループ番号が大きくなるにつれて、割り当てられる付加ビットのビット長は長くなる。したがって、発生頻度が低くなるにつれて、割り当てられる付加ビットのビット長が長くなる。また、グループ番号が大きくなるにつれて、割り当てられる符号語の長さ（符号長）が長くなる。すなわち、符号語の発生頻度が低い（圧縮画像データに含まれる割合が低い）ほど、対応するグループ番号が大きくかつ付加ビットのビット長が長くなる。

【0049】

上記情報埋め込み方法では、所定のビット長を有する付加ビットに透かし情報が埋め込まれる。したがって、例えば、埋め込むべき透かし情報のデータ量が比較的少ないときは、比較的長いビット長を有する（発生頻度が低い）付加ビットに透かし情報を埋め込む。これにより、透かし情報が埋め込まれている個所が画面上で分散されるため画質の劣化が認識されにくくなる。このように、用途・目的に応じた適切なビット長を有する付加ビットに透かし情報を埋め込むことができる。

【0050】

好ましくは、上記情報埋め込み方法によって透かし情報が埋め込まれた圧縮画像データを復元し、復元された画像の劣化の程度に応じて上記所定のビット長の範囲を狭くして、再度、上記抽出ステップ・上記埋め込みステップ・上記生成ステップを行う。これにより、透かし情報が埋め込まれた圧縮画像の画質の劣化を抑えることができる。

【0051】

好ましくは、上記情報埋め込み方法において、埋め込むべき透かし情報の一部を埋め込めなかったときは、上記所定のビット長の範囲を広くして、再度、上記抽出ステップ・上記埋め込みステップ・上記生成ステップを行う。これにより、埋め込むべき透かし情報のすべてを確実に埋め込むことができる。

【0052】

好ましくは、上記情報埋め込み方法はさらに、抽出ステップによって抽出された符号語の色成分が所定の色成分であるか否かを判定するステップを備える。そして上記埋め込みステップでは、所定の色成分であると判定ステップによって判定された符号語に対応する付加ビットの所定のビットに透かし情報を埋め込む。

【0053】

通常、透かし情報が埋め込まれた画像は埋め込まれる前に比べると劣化している。ところが人間の目は、輝度成分の変化には敏感である一方、色差成分の変化に対しては鈍感であるという特性を有する。

【0054】

上記情報埋め込み方法では、所定の色成分の符号語に対応する付加ビットに透

かし情報を埋め込むことができる。したがって、例えば、透かし情報を埋め込んだことによる画質の劣化をわかりにくくしたいときには色差成分の符号語に対応する付加ビットに透かし情報を埋め込むようにする。これにより、画質の劣化の影響を抑制することができる。このように、用途・目的に応じた適切な色成分の符号語に対応する付加ビットに透かし情報を埋め込むことができる。

【0055】

好ましくは、上記情報埋め込み方法によって透かし情報が埋め込まれた圧縮画像データを復元し、復元された画像の劣化の程度に応じて上記所定の色成分を変更して、再度、上記抽出ステップ・上記埋め込みステップ・上記生成ステップを行う。これにより、透かし情報が埋め込まれた圧縮画像の画質の劣化を抑えることができる。

【0056】

好ましくは、上記抽出ステップの前処理として以下の処理を行う。まず、符号テーブルに基づいて圧縮画像データから符号語を抽出する。次いで、抽出した符号語の数をカウントする。

【0057】

上記情報埋め込み方法によれば、圧縮画像データに含まれている符号語の数をあらかじめ知ることができる。

【0058】

好ましくは、上記前処理ではさらに、カウントした符号語の数に基づいて、透かし情報を埋め込むべき上記所定のビットを指定する。

【0059】

上記情報埋め込み方法では、カウントされた符号語の数に基づいて、透かし情報を埋め込むべき所定のビットを指定し、指定したビットに透かし情報を埋め込む。これにより、透かし情報の埋め込み処理のやり直しを防止することができる。また、画質の劣化ができるだけ認識されにくくなるように均一に透かし情報を埋め込むことができる。

【0060】

好ましくは、上記抽出ステップの前処理として以下の処理を行う。まず、符号

テーブルに基づいて圧縮画像データから符号語を抽出する。次いで、抽出した符号語が第2の周波数領域に属するか否かを判定する。次いで、第2の周波数領域に属すると判定された符号語の数をカウントする。

【0061】

上記情報埋め込み方法によれば、圧縮画像データに含まれている符号語のうち第2の周波数領域に属する符号語の数をあらかじめ知ることができる。

【0062】

好ましくは、上記前処理ではさらに、カウントした符号語の数に基づいて第1の周波数領域を指定する。

【0063】

上記情報埋め込み方法では、カウントした符号語の数に基づいて第1の周波数領域を指定し、指定した第1の周波数領域に属する符号語に対応する付加ビットの所定のビットに透かし情報を埋め込む。これにより、透かし情報の埋め込み処理のやり直しを防止することができる。

【0064】

好ましくは、上記情報埋め込み方法はさらに、多重化ステップを備える。多重化ステップでは、埋め込みステップによって透かし情報が埋め込まれた付加ビットの上記所定のビットを示すヘッダ情報と連結ステップによって生成された可変長符号とを多重化する。

【0065】

上記情報埋め込み方法では、付加ビットのどのビットに透かし情報が埋め込まれたかを示すヘッダ情報を多重化している。したがって、画像復元時にヘッダ情報を解析することによって、埋め込んだ透かし情報を忠実に取り出すことができる。

【0066】

好ましくは、上記情報埋め込み方法はさらに、多重化ステップを備える。多重化ステップでは、埋め込みステップによって透かし情報が埋め込まれた付加ビットが属する周波数領域を示すヘッダ情報と連結ステップによって生成された可変長符号とを多重化する。

【0067】

上記情報埋め込み方法では、透かし情報が埋め込まれた付加ビットが属する周波数領域を示すヘッダ情報を多重化している。したがって、画像復元時にヘッダ情報を解析することによって、埋め込んだ透かし情報を忠実に取り出すことができる。

【0068】

この発明のさらにもう1つの局面に従うと、情報取り出し方法は、上記情報埋め込み方法によって透かし情報が埋め込まれた圧縮画像データから当該透かし情報を取り出す方法であって、認識ステップと、抽出ステップと、取り出しステップとを備える。認識ステップでは、透かし情報が埋め込まれた上記所定のビットをヘッダ情報に基づいて認識する。抽出ステップでは、符号テーブルに基づいて圧縮画像データから付加ビットを抽出する。取り出しステップでは、抽出ステップによって抽出された付加ビットから認識ステップによって認識された上記所定のビットのデータを取り出す。

【0069】

上記情報取り出し方法では、上記情報埋め込み方法によって透かし情報が埋め込まれた圧縮画像データから当該透かし情報が取り出される。この圧縮画像データには、付加ビットのどのビットに透かし情報が埋め込まれたかを示すヘッダ情報が多重化されている。このヘッダ情報に基づいて、透かし情報が埋め込まれているビットが認識される。そして、抽出ステップによって抽出された付加ビットからこの認識されたビットのデータが取り出される。このように、上記情報取り出し方法では、透かし情報が埋め込まれた上記所定のビットをヘッダ情報に基づいて認識し、抽出ステップによって抽出された付加ビットから、当該認識した上記所定のビットのデータを取り出す。したがって、埋め込まれた透かし情報を忠実に取り出すことができる。

【0070】

この発明のさらにもう1つの局面に従うと、情報取り出し方法は、上記情報埋め込み方法によって透かし情報が埋め込まれた圧縮画像データから当該透かし情報を取り出す方法であって、認識ステップと、抽出ステップと、取り出しステッ

プとを備える。認識ステップでは、透かし情報が埋め込まれた付加ビットが属する周波数領域をヘッダ情報に基づいて認識する。抽出ステップでは、符号テーブルに基づいて圧縮画像データから付加ビットを抽出する。取り出しステップでは、抽出ステップによって抽出された付加ビットが認識ステップによって認識された周波数領域に属するとき、当該付加ビットの上記所定のビットのデータを取り出す。

【0071】

上記情報取り出し方法では、上記情報埋め込み方法によって透かし情報が埋め込まれた圧縮画像データから当該透かし情報が取り出される。この圧縮画像データには、透かし情報が埋め込まれている付加ビットが属する周波数領域を示すヘッダ情報が多重化されている。このヘッダ情報に基づいて、透かし情報が埋め込まれている付加ビットが属する周波数領域が認識される。そして、抽出ステップによって抽出された付加ビットのうち当該周波数領域に属する付加ビットの所定のビットのデータが取り出される。このように、上記情報取り出し方法では、透かし情報が埋め込まれている付加ビットが属する周波数領域をヘッダ情報に基づいて認識し、抽出ステップによって抽出された付加ビットのうち当該認識した周波数領域に属する付加ビットの上記所定のビットのデータを取り出す。したがって、埋め込まれた透かし情報を忠実に取り出すことができる。

【0072】

【発明の実施の形態】

以下、この発明の実施の形態を図面を参照して詳しく説明する。なお、図中同一または相当部分には同一符号を付し、その説明は繰り返さない。

【0073】

(第1の実施形態)

<全体構成>

図1は、この発明の第1の実施形態による情報埋め込み装置の全体構成を示すブロック図である。図1に示す情報埋め込み装置は、すでに圧縮されている画像データに著作権情報や音声情報などの情報（透かし情報）を新たに埋め込む装置であり、可変長復号化部10と、符号テーブル11と、付加ビットレジスタ12

と、付加ビット長レジスタ13と、符号語レジスタ14と、符号語長レジスタ15と、埋め込み処理部16と、データ連結部17とを備える。

【0074】

可変長復号化部10は、符号語CODEと当該符号語CODEに対応する付加ビットADBITとを符号テーブル11を参照して圧縮画像データから抽出する。また可変長復号化部10は、符号語長Lと付加ビット長Mとを出力する。符号語長Lは符号語CODEの長さを示す。付加ビット長Mは付加ビットADBITの長さを示す。符号テーブル11は、ランとグループ番号との組み合わせと符号語とを対応付けたテーブルである。付加ビットレジスタ12はMRビットで構成され、可変長復号化部10によって抽出された付加ビットADBITを一時的に記憶する。付加ビット長レジスタ13は、可変長復号化部10からの付加ビット長Mを一時的に記憶する。符号語レジスタ14はLRビットで構成され、可変長復号化部10によって抽出された符号語CODEを一時的に記憶する。符号語長レジスタ15は、可変長復号化部10からの符号語長Lを一時的に記憶する。埋め込み処理部16は、付加ビットレジスタ12に記憶された付加ビットのうちビット指定情報によって指定されたビットに透かし情報を埋め込む。データ連結部17は、埋め込み処理部16によって透かし情報が埋め込まれた付加ビットと符号語レジスタ14に記憶された符号語とを連結して可変長符号を生成する。

【0075】

<圧縮画像データ>

次に、図1に示す情報埋め込み装置によって透かし情報が埋め込まれる圧縮画像データについて説明する。この圧縮画像データはJPEGフォーマットで圧縮された画像データであり、原画像に対して以下のような処理を施すことによって圧縮されたものである。

【0076】

(1) まず、図2に示すように、原画像データを複数のブロックBK_{00-BK_{hv}}に分割する。各ブロックBK_{hv}(h, v: 正の整数)は、8×8画素で構成される。そして、1つのブロックBK_{hv}に対して以下の(2)～(6)の処理を行う。

【0077】

(2) 色空間変換

ブロック B K h v の画像データの色成分を 3 原色成分 (R, G, B) から輝度成分および色差成分 (Y, U, V) に変換する。

【0078】

(3) DCT 変換

色空間変換後のブロック B K h v の画像データに対して 2 次元 DCT 変換を行う。その結果、図 3 に示すような DCT 係数 C1 - C64 が得られる。

【0079】

(4) 量子化

量子化テーブル (図示せず) のステップサイズに基づいて DCT 係数 C1 - C64 を量子化する。

【0080】

(5) ランレンゲス符号化

量子化された DCT 係数をジグザグスキャン順 (周波数の低い順) に、すなわち、図 3 に矢印で示すように DCT 係数 C1 - DCT 係数 C64 の順にランレンゲス符号化する。ランレンゲス符号化の手順は以下のとおりである。まず、連続するゼロの係数の個数を表すランと、その後に続くゼロでない係数 (有効係数) とに符号化する。次いで、有効係数に対してグループ番号および付加ビットを割り当てる。有効係数、グループ番号、および付加ビット数の対応関係を図 4 に示す。有効係数 Dq は図 4 に示すようにグループ化される。グループ番号 SSSS は、有効係数 Dq が属するグループを示す。また、あるグループに属する有効係数のうちどの値をとるかを指定するために、グループ番号に等しいビット数の付加ビットが割り当てられる。

【0081】

例えば、図 4 に示すように、値が +8 である有効係数 Dq はグループ番号 SSSS が 4 のグループに属している。したがってグループ番号 SSSS として 4 が割り当てられる。また、グループ番号 SSSS が 4 のグループには有効係数 Dq が 16 個存在するため、同一グループ (SSSS = 4) 内における有効係数の特

定を行うために付加ビットが4ビット必要となる。図5に示すように、付加ビット値は、同一グループ ($SSSS = 4$) 内の有効係数の小さい方 (-15) から順に '0000', '0001', ..., '1111' と割り当てられる。+8の有効係数 D_q は、グループ番号 $SSSS$ が4のグループのうち小さい方から9番目の係数である。したがって、付加ビット '1000' が割り当てられる。

【0082】

(6) 可変長符号化

ラン/グループ番号の組み合わせに対して、図6に示すような符号テーブルに基づいて符号語を順次割り当てる。そして、割り当てた符号語の直後に付加ビットを連結して可変長符号を順次生成する。

【0083】

例えば、ラン/グループ番号の組み合わせが2/4、付加ビットが '1100' である場合には、図6に示すように、12ビットの符号語 '111111110100' が割り当てられる。この12ビットの符号語の直後に付加ビット '1100' が連結されて16ビットの可変長符号 '1111111101001100' が生成される。

【0084】

そして、すべてのブロック $BKhv$ に対して上述の(2)~(6)の処理を行う。以上のようにして圧縮画像データが生成される。

【0085】

<透かし情報の埋め込み処理>

次に、図1に示した情報埋め込み装置による透かし情報の埋め込み処理について、図7に示すフローチャートを参照しつつ説明する。

【0086】

まず、ステップST701において、ビット指定情報が埋め込み処理部16に与えられる。ビット指定情報は、Mビットで構成される付加ビットのうち透かし情報を埋め込むべきビット (MJビット) を指定する情報である。図8は、透かし情報を埋め込むべきビットとして付加ビットADBITの下位2ビットを指定した場合を示す図である。透かし情報を埋め込むべきビットの位置およびビット

数は任意に指定できる。しかし、透かし情報を埋め込むべきビットの位置を上位ビットに設定した場合や下位ビットの複数ビットに設定した場合には、透かし情報の埋め込みにより付加ビットの値が大きく変化してしまう。このため、画像を復元したときに画質の劣化が顕著に表れる。したがって、この点に注意する必要がある。

【0087】

次いで、ステップST702において、JPEGフォーマットで圧縮された画像データに含まれる可変長符号が可変長復号化部10に順次与えられる。ここでは、図9に示すような可変長符号が与えられるものとする。

【0088】

次いで、ステップST703において、可変長復号化部10は、符号語CODEと当該符号語CODEに連続する付加ビットADBITとを図6に示した符号テーブル11を参照して抽出する。また、可変長復号化部10は、抽出した符号語CODEのビット長（符号語長）Lと抽出した付加ビットADBITのビット長（付加ビット長）Mとを出力する。可変長復号化部10によって抽出された符号語CODEは符号語レジスタ14に一時的に記憶される。付加ビットADBITは付加ビットレジスタ12に一時的に記憶される。符号語レジスタ14はLRビットで構成される。付加ビットレジスタ12はMRビットで構成される。また、符号語長Lは符号語長レジスタ15に一時的に記憶される。付加ビット長Mは付加ビット長レジスタ13に一時的に記憶される。ここでは、符号語レジスタ14のビット幅LRを16（=最大符号語長）、付加ビットレジスタ12のビット幅MRを12（=最大付加ビット長）としている。

【0089】

以下、ステップST703における処理を、図9に示した可変長符号（16ビット）を例にして具体的に説明する。

【0090】

図9に示す可変長符号の場合、最初のビット列‘111111110100’と図6に示す符号テーブル12に設定されているラン／グループ番号=2／4に対する符号語のビット列とが一致する。したがって、‘11111111010

0' (12ビット) が符号語CODEとして抽出される。そして符号語レジスタ14に記憶する際には、「000011111110100」といったように16ビットの上位4ビットに値「0」を拡張して記憶する。なお、ここでは値「0」を拡張して記憶させているが、別にどのような値を拡張しても構わない。また、ビットを拡張せずに12ビットで構成される符号語「111111110100」だけを符号語レジスタに記憶させ、上位の4ビットには記憶させなくてもよい。

【0091】

次に、符号語長Lが12ビットであるため、符号語長レジスタ15には値12が記憶される。抽出された符号語CODEが属するグループ番号SSSSが4であることから、この符号語CODEに対応する付加ビット数は4であることがわかる（図4参照）。したがって、符号語「111111110100」の直後の4ビット「1100」が付加ビットADBITとして抽出される。そして付加ビットレジスタ12に記録する際には、「000000001100」といったように12ビットの上位8ビットに値「0」を拡張して記憶する。なお、付加ビットレジスタ12の不要な上位ビットには符号語レジスタ14と同様に別にどのような値を拡張しても構わないし、上位の不要なビットには記憶させなくてもよい。また、付加ビットADBITが「1100」であるため、付加ビット長レジスタ13には値4が記憶される。

【0092】

以上により、

符号語CODE = 「000011111110100」

付加ビットADBIT = 「000000001100」

符号語長L = 12

付加ビット長M = 4

となる。

【0093】

次いで、ステップST704において、埋め込み処理部16は、12ビット(MRビット)で構成される付加ビットレジスタ12の出力に対してビット指定情

報に従って透かし情報を埋め込む。透かし情報は、著作権情報や音声情報などである。例えば、図8に示したように透かし情報を埋め込むべきビットとして下位2ビットを指定した場合、12ビットで構成される付加ビットレジスタ12の出力‘000000001100’の下位2ビットに対して2ビットの透かし情報が埋め込まれる。ここでは、付加ビットの下位2ビットを透かし情報の2ビットと置き換えることによって透かし情報の埋め込みを行う。例えば、埋め込むべき透かし情報が‘11’の場合は付加ビット値が‘000000001111’となるように透かし情報の埋め込みが行われる。

【0094】

次いで、ステップST705において、データ連結部17は、埋め込み処理部16によって透かし情報が埋め込まれた付加ビットと符号語レジスタ14からの符号語とを連結する。以下、具体的に説明する。まず、図10に示すようにLRビット（ここでは16ビット）で構成される符号語‘000011111111110100’のうち、符号語長レジスタ15の値L（ここでは12）で指定されるビット列‘111111110100’が下位ビットから取り出される。また、透かし情報が埋め込まれた後のMRビット（ここでは12ビット）で構成される付加ビット‘000000001111’のうち、付加ビット長レジスタ13の値M（ここでは4）で指定されるビット列‘1111’が下位ビットから取り出される。そして、Lビットの符号語のビット列‘111111110100’の直後にMビットの付加ビットのビット列‘1111’が連結されて可変長符号‘1111111101001111’が生成される。

【0095】

以上のように、付加ビットのうちビット指定情報によって指定されたビットを透かし情報と置き換えることによって、透かし情報が埋め込まれた可変長符号が生成される。そして、圧縮画像データに含まれているすべての可変長符号に対して上述のステップST703-ST705における処理を行う。これにより、透かし情報が埋め込まれた圧縮画像データが得られる。

【0096】

次いで、ステップST706において、透かし情報が埋め込まれた圧縮画像を

復元（画像伸張）する。

【0097】

次いで、ステップST707において、復元した画像の画質を評価する。その結果、画質の劣化が顕著に表れて無視できないレベルである場合(NG)は、ステップST701に戻る。そして、透かし情報を埋め込むべきビットの数を少なくしたビット指定情報を埋め込み処理部16に与えた後、再度ステップST702-ST706における処理を行う。

【0098】

一方、画質的に問題がないレベルであるとき(OK)はステップST708に進む。そしてステップST708において、埋め込むべき透かし情報がすべて埋め込まれているかどうかを判断する。埋め込むべき透かし情報がすべて埋め込まれていると判断された場合は処理を完了する。これに対して、埋め込むべき透かし情報の一部が埋め込まれていないと判断された場合は、ステップST701に戻る。そして、透かし情報を埋め込むべきビットの数を多くしたビット指定情報を埋め込み処理部16に与えた後、再度ステップST702-ST707における処理を行う。

【0099】

<効果>

この発明の第1の実施形態による情報埋め込み装置では、圧縮画像データから付加ビットADBITを抽出し、抽出した付加ビットADBITのうちビット指定情報により指定されたビットに透かし情報を埋め込む。したがって、量子化後の係数（たとえば、DCT係数など）の所定のビットに透かし情報を埋め込む従来の情報埋め込み装置と異なり、量子化後の係数を抽出するためのランレンジス復号化処理を行う必要がない。また、付加ビットADBITのうちビット指定情報により指定されたビットに透かし情報を埋め込むため、透かし情報の埋め込みの前後において符号語および付加ビット長は変わらない。したがって、従来の情報埋め込み装置と異なり、ランレンジス符号化処理を必要とせずかつ透かし情報を埋め込んだ後に可変長符号化処理を行う必要がない。

【0100】

このように第1の実施形態による情報埋め込み装置では、付加ビットの所定のビットに透かし情報を埋め込むため、ランレンジス復号化／符号化処理および可変長符号化処理を行う必要がない。したがって、従来の情報埋め込み装置よりも全体構成を簡略化することができる。

【0101】

また、可変長符号化処理を行う必要がないため、従来の情報埋め込み装置と異なり、圧縮画像データの可変長復号化処理と透かし情報が埋め込まれた後のデータの可変長符号化処理とを時分割で行う必要がない。したがって、すでに圧縮されている画像データに透かし情報を埋め込む処理を従来の装置よりも高速に行うことができる。この結果、低周波数動作における高速処理が可能となるため消費電力を低減することができる。

【0102】

また、透かし情報が埋め込まれた圧縮画像を復元してその画質の劣化を判断し(ST707)、劣化が顕著な場合には、透かし情報を埋め込むべきビットの数を少なくして再度埋め込み処理を行う。これにより、透かし情報が埋め込まれた圧縮画像の画質の劣化を抑えることができる。

【0103】

また、埋め込むべき透かし情報のすべてが埋め込まれているかどうかを判断し(ST708)、埋め込むべき透かし情報の一部が埋め込まれていない場合には、透かし情報を埋め込むべきビットの数を多くして再度埋め込み処理を行う。これにより、埋め込むべき透かし情報のすべてを確実に埋め込むことができる。

【0104】

<なお書き>

ここではJPEGフォーマットで圧縮された画像データに透かし情報を埋め込む場合について説明したが、MPEGフォーマットで圧縮された画像データに透かし情報を埋め込む場合にも同様の効果が得られる。

【0105】

また、第1の実施形態による情報埋め込み装置は必ずしもハードウェア構成を必要とするものではなくソフトウェアでも実現することができる。

【0106】

(第2の実施形態)

<全体構成>

図11は、この発明の第2の実施形態による情報埋め込み装置の全体構成を示すブロック図である。図11を参照して、この情報埋め込み装置は、図1に示した情報埋め込み装置に加えてさらに周波数領域判定部20を備える。周波数領域判定部20は、可変長復号化部10によって抽出された符号語CODEが領域指定情報によって指定された領域に属するときは活性のイネーブル信号ENBを、属さないときは不活性のイネーブル信号ENBを埋め込み処理部16に出力する。

【0107】

可変長復号化部10は、符号語CODEおよび付加ビットADBITの抽出・符号語長Lおよび付加ビット長Mの出力に加えてさらに、符号語CODEに対応するランRRRRおよびグループ番号SSSSを符号テーブル11を参照して周波数領域判定部20に出力する。埋め込み処理部16は、周波数領域判定部20から活性のイネーブル信号ENBを受けたとき、付加ビットレジスタ12に記憶された付加ビットのうちビット指定情報によって指定されたビットに透かし情報を埋め込む。

【0108】

<透かし情報の埋め込み処理>

次に、以上のように構成された情報埋め込み装置による透かし情報の埋め込み処理について、図12に示すフローチャートを参考しつつ説明する。

【0109】

まず、ステップST701において、ビット指定情報が埋め込み処理部16に与えられる。

【0110】

次いで、ステップST1601において、領域指定情報が周波数領域判定部20に与えられる。領域指定情報は、透かし情報を埋め込むべき付加ビットに対応する符号語の周波数領域を指定する情報である。具体的には図13に示すように

、領域指定情報は、ランR R R Rに1を加えた値（R R R R + 1）の累積値の最小値MINおよび最大値MAXを指定する情報である。この領域指定情報によって符号語の周波数領域が指定されることになる理由は以下のとおりである。

【0111】

可変長符号化処理において、符号語は、DCT係数のラン／グループ番号の組み合わせに対して符号テーブル11を用いて割り当てられる。例えば、ラン／グループ番号の組み合わせが3／4の場合、値‘0’のDCT係数が3個とその後の値‘0’ではないDCT係数が1個の計4個のDCT係数に対して1つの符号語が割り当てられる。すなわち、1つの符号語のランR R R Rに1を加算した値（R R R R + 1）は、その符号語に対応するDCT係数の個数を意味する。また図3に示したように、DCT係数はジグザグスキャン順に、すなわち周波数の低い順にランレンジス符号化される。したがって、（R R R R + 1）の累積値の最小値MINおよび最大値MAXを指定することによって、MIN番目のDCT係数からMAX番目のDCT係数までの間のDCT係数に対して割り当てられた符号語に対応する付加ビットに透かし情報を埋め込むことができる。図13のように指定した場合は、5番目以後のDCT係数から20番目までの間のDCT係数に対して、すなわち図3に示したDCT係数C5からDCT係数C20までの間のDCT係数に対して割り当てられた符号語に対応する付加ビットに透かし情報の埋め込むことになる。このように（R R R R + 1）の累積値の最小値MINおよび最大値MAXを領域指定情報として指定することにより所望の周波数領域を指定することができる。

【0112】

次いで、ステップST702において、JPEGフォーマットで圧縮された画像データに含まれる可変長符号が可変長復号化部10に順次与えられる。ここでは、図14に示すような可変長符号が可変長復号化部10に順次与えられるものとする。

【0113】

次いで、ステップST1602において、可変長復号化部10は、図7に示したステップST703におけるのと同様にして、符号語CODEと当該符号語C

ODEに連続する付加ビットADB1Tとを抽出し、符号語長Lおよび付加ビット長Mを出力する。さらに可変長復号化部10は、抽出した符号語CODEに対応するランRRRRおよびグループ番号SSSSを周波数領域判定部20に出力する。これにより、図15に示すような符号語CODE・符号語長L・付加ビットADB1T・付加ビット長M・ラン／グループ番号(RRRR/SSSS)が可変長符号ごとに順次得られる。

【0114】

可変長復号化部10によって抽出された符号語CODEは符号語レジスタ14に、付加ビットADB1Tは付加ビットレジスタ12に一時的に記憶される。符号語長Lは符号語長レジスタ15に、付加ビット長Mは付加ビット長レジスタ13に一時的に記憶される。

【0115】

次いで、ステップST1603において、周波数領域判定部20は、可変長復号化部10からのランRRRRに1を加えた値(RRRR+1)を順次累積する。そして、図13に示した領域指定情報で指定される範囲に(RRRR+1)の累積値が属するか否かを順次判断する。属する[(RRRR+1)の累積値が最小値MIN以上かつ最大値MAX以下である]と判断したとき周波数領域判定部20は活性のイネーブル信号ENBを埋め込み処理部16に出力する。そしてステップST704に進む。一方、属しないと判断したとき周波数領域判定部20は不活性のイネーブル信号ENBを埋め込み処理部16に出力する。不活性のイネーブル信号ENBを受けた埋め込み処理部16は、付加ビットレジスタ12の出力をそのまま、すなわち透かし情報を埋め込まずにデータ連結部17に出力する。そしてステップST705に進む。なお、(RRRR+1)の累積値が値64を超えた場合や抽出された符号語CODEがEOB(End Of Block)であった場合には(RRRR+1)の累積値は値0にリセットされる。

【0116】

ここでは、図15に示すように、符号語‘11111001’に対する(RRRR+1)の累積値は3になる。累積値3は領域指定情報で指定される範囲に属さない。したがって周波数領域判定部20は不活性のイネーブル信号ENBを埋

め込み処理部16に出力する。不活性のイネーブル信号ENBを受けた埋め込み処理部16は、付加ビットレジスタ12の出力をそのまま、すなわち透かし情報を埋め込まずにデータ連結部17に出力する。そしてステップST705において、データ連結部17は、埋め込み処理部16からの付加ビットと符号語レジスタ14からの符号語とを連結する。これにより、透かし情報が埋め込まれていない可変長符号（もとの可変長符号と同じもの）が得られる。

【0117】

次の符号語‘111011’に対する(RRRR+1)の累積値は8になる。この累積値は領域指定情報で指定される範囲に属している。したがって周波数領域判定部20は活性のイネーブル信号ENBを埋め込み処理部16に出力する。そしてステップST704において、活性のイネーブル信号ENBを受けた埋め込み処理部16は、付加ビットレジスタ12の出力に対してビット指定情報に従って透かし情報を埋め込む。次いで、ステップST705において、データ連結部17は、埋め込み処理部16によって透かし情報が埋め込まれた付加ビットと符号語レジスタ14からの符号語とを連結する。これにより、透かし情報が埋め込まれた可変長符号が得られる。

【0118】

以下同様にして、符号語‘111110111’、‘1111011’に対しては透かし情報が埋め込まれた可変長符号が、符号語‘1111010’に対しては透かし情報が埋め込まれていない可変長符号が得られる。

【0119】

圧縮画像データに含まれているすべての可変長符号に対して上述の処理を行うことにより、領域指定情報によって指定された周波数領域に透かし情報が埋め込まれた圧縮画像データが得られる。

【0120】

次いで、ステップST706において、透かし情報が埋め込まれた圧縮画像を復元（画像伸張）する。

【0121】

次いで、ステップST707において、復元した画像の画質を評価する。その

結果、画質の劣化が顕著に表れて無視できないレベルである場合(NG)は、ステップST701またはステップST1601に戻る。ステップST701に戻ったときは、透かし情報を埋め込むべきビットの数を少なくしたビット指定情報を埋め込み処理部16に与える。ステップST1601に戻ったときは、周波数領域を狭く(最小値MINを大きくまたは/および最大値MAXを小さく)した領域指定情報を周波数領域判定部20に与える。その後、再度ステップST702-ST706における処理を行う。

【0122】

一方、画質的に問題がないレベルであるとき(OK)はステップST708に進む。そしてステップST708において、埋め込むべき透かし情報がすべて埋め込まれているかどうかを判断する。埋め込むべき透かし情報がすべて埋め込まれていると判断された場合は処理を完了する。これに対して、埋め込むべき透かし情報の一部が埋め込まれていないと判断された場合は、ステップST701またはステップST1601に戻る。ステップST701に戻ったときは、透かし情報を埋め込むべきビットの数を多くしたビット指定情報を埋め込み処理部16に与える。ステップST1601に戻ったときは、周波数領域を広く(最小値MINを小さくまたは/および最大値MAXを大きく)した領域指定情報を周波数領域判定部20に与える。その後、再度ステップST702-ST706における処理を行う。

【0123】

<効果>

通常、透かし情報が埋め込まれた画像は埋め込まれる前に比べると劣化している。ところが人間の目は、低い周波数成分の変化には敏感である一方、高い周波数の変化に対しては鈍感であるという特性を有する。

【0124】

第2の実施形態による情報埋め込み装置では、領域指定情報によって指定された周波数領域に属する符号語に対応する付加ビットに透かし情報を埋め込むことができる。したがって、例えば、透かし情報が埋め込まれたことによる画質の劣化を分かりにくくしたいときは、比較的高い周波数領域を指定する領域指定情報

を与える。一方、ライセンス料を支払ってはじめて鑑賞できるようになる画像のような場合には、不正ユーザに対しては透かし情報を意図的に目で認識することができるような試みがなされており、このような場合には比較的低い周波数領域を指定する領域指定情報を与える。このように、用途・目的に応じた適切な周波数領域に透かし情報を埋め込むことができる。

【0125】

また、透かし情報が埋め込まれた圧縮画像を復元した画像の画質が著しく劣化しているときは、周波数領域を狭くした領域指定情報を周波数領域判定部20に与えて再度埋め込み処理を行う。これにより、透かし情報が埋め込まれた圧縮画像の画質の劣化を抑えることができる。

【0126】

また、埋め込むべき透かし情報の一部が埋め込まれていない場合には、周波数領域を広くした領域指定情報を周波数領域判定部20に与えて再度埋め込み処理を行う。これにより、埋め込むべき透かし情報のすべてを確実に埋め込むことができる。

【0127】

<なお書き>

なお、領域指定情報は、累積値の最小値MINおよび最大値MAXを指定する情報としたが、これに代えて、最小値MINまたは最大値MAXのいずれか一方だけを指定する情報としてもよい。

【0128】

また、第2の実施形態による情報埋め込み装置においても第1の実施形態による情報埋め込み装置と同様の効果を得ることができる。

【0129】

また、ここではJPEGフォーマットで圧縮された画像データに透かし情報を埋め込む場合について説明したが、MPEGフォーマットで圧縮された画像データに透かし情報を埋め込む場合にも同様の効果が得られる。

【0130】

また、第2の実施形態による情報埋め込み装置は必ずしもハードウェア構成を

必要とするものではなくソフトウェアでも実現することができる。

【0131】

(第3の実施形態)

<全体構成>

図16は、この発明の第3の実施形態による情報埋め込み装置の全体構成を示すブロック図である。図16を参照して、この情報埋め込み装置は、図1に示した情報埋め込み装置に加えてさらに付加ビット長判定部30を備える。付加ビット長判定部30は、可変長復号化部10からの付加ビット長Mが付加ビット長指定情報によって指定された範囲に属するときは活性のイネーブル信号ENBを、属さないときは不活性のイネーブル信号ENBを埋め込み処理部16に出力する。埋め込み処理部16は、付加ビット長判定部30から活性のイネーブル信号ENBを受けたとき、付加ビットレジスタ12に記憶された付加ビットのうちビット指定情報によって指定されたビットに透かし情報を埋め込む。

【0132】

<透かし情報の埋め込み処理>

次に、以上のように構成された情報埋め込み装置による透かし情報の埋め込み処理について、図17に示すフローチャートを参照しつつ説明する。

【0133】

まず、ステップST701において、ビット指定情報が埋め込み処理部16に与えられる。

【0134】

次いで、ステップST1701において、付加ビット長指定情報が付加ビット長判定部30に与えられる。付加ビット長指定情報は、透かし情報を埋め込むべき付加ビットのビット長を指定する情報である。具体的には図18に示すように、付加ビット長指定情報は、最小ビット長M(m in)および最大ビット長M(max)を指定する情報である。

【0135】

次いで、ステップST702において、JPEGフォーマットで圧縮された画像データに含まれる可変長符号が可変長復号化部10に順次与えられる。

【0136】

次いで、ステップST703において、可変長復号化部10は、符号語CODEと当該符号語CODEに連続する付加ビットADBITとを抽出し、符号語長Lおよび付加ビット長Mを出力する。可変長復号化部10によって抽出された符号語CODEは符号語レジスタ14に、付加ビットADBITは付加ビットレジスタ12に一時的に記憶される。符号語長Lは符号語長レジスタ15に、付加ビット長Mは付加ビット長レジスタ13に一時的に記憶される。

【0137】

次いで、ステップST1702において、付加ビット長判定部30は、付加ビット長指定情報で指定される範囲に可変長復号化部10からの付加ビット長Mが属するか否かを順次判断する。属する〔付加ビット長Mが最小ビット長M(min)以上かつ最大ビット長M(max)以下である〕と判断したとき、付加ビット長判定部30は活性のイネーブル信号ENBを埋め込み処理部16に出力する。そしてステップST704において、活性のイネーブル信号ENBを受けた埋め込み処理部16は、ビット指定情報に従って付加ビットレジスタ12の出力に透かし情報を埋め込む。次いで、ステップST705において、データ連結部17は、埋め込み処理部16によって透かし情報が埋め込まれた付加ビットと符号語レジスタ14からの符号語とを連結する。これにより、透かし情報が埋め込まれた可変長符号が得られる。一方、ステップST1702において属さない〔付加ビット長Mが最小ビット長M(min)よりも小さいまたは最大ビット長M(max)よりも大きい〕と判断したとき、付加ビット長判定部30は不活性のイネーブル信号ENBを埋め込み処理部16に出力する。不活性のイネーブル信号ENBを受けた埋め込み処理部16は、付加ビットレジスタ12の出力をそのまま、すなわち透かし情報を埋め込まずにデータ連結部17に出力する。そしてステップST705において、データ連結部17は、埋め込み処理部16からの付加ビットと符号語レジスタ14からの符号語とを連結する。これにより、透かし情報が埋め込まれていない可変長符号（もとの可変長符号と同じもの）が得られる。

【0138】

圧縮画像データに含まれているすべての可変長符号に対して上述の処理を行うことにより、付加ビット長指定情報によって指定された範囲に属する付加ビットに透かし情報が埋め込まれた圧縮画像データが得られる。

【0139】

次いで、ステップST706において、透かし情報が埋め込まれた圧縮画像を復元（画像伸張）する。

【0140】

次いで、ステップST707において、復元した画像の画質を評価する。その結果、画質の劣化が顕著に表れて無視できないレベルである場合（NG）は、ステップST701またはステップST1701に戻る。ステップST701に戻ったときは、透かし情報を埋め込むべきビットの数を少なくしたビット指定情報を埋め込み処理部16に与える。ステップST1701に戻ったときは、付加ビット長の範囲を狭く〔最小ビット長M（min）を大きくまたは／および最大ビット長M（max）を小さく〕した付加ビット長指定情報を付加ビット長判定部30に与える。その後、再度ステップST702-ST706における処理を行う。

【0141】

一方、画質的に問題がないレベルであるとき（OK）はステップST708に進む。そしてステップST708において、埋め込むべき透かし情報がすべて埋め込まれているかどうかを判断する。埋め込むべき透かし情報がすべて埋め込まれていると判断された場合は処理を完了する。これに対して、埋め込むべき透かし情報の一部が埋め込まれていないと判断された場合は、ステップST701またはステップST1701に戻る。ステップST701に戻ったときは、透かし情報を埋め込むべきビットの数を多くしたビット指定情報を埋め込み処理部16に与える。ステップST1701に戻ったときは、付加ビット長の範囲を広く（最小ビット長M（min）を小さくまたは／および最大ビット長M（max）を大きく）した付加ビット長指定情報を付加ビット長判定部30に与える。その後、再度ステップST1702-ST706における処理を行う。

【0142】

<効果>

圧縮画像データに含まれる符号語の数は画像によってまちまちである。埋め込むべき透かし情報のデータ量が比較的多いときは圧縮画像データに含まれるすべての符号語に対応する付加ビットに透かし情報を埋め込む必要がある。しかし、埋め込むべき透かし情報のデータ量が比較的少ないとときは必ずしもすべての符号語に対応する付加ビットに透かし情報を埋め込む必要はなく、一部の符号語に対応する付加ビットに透かし情報を埋め込めばよい。このとき、発生頻度が高い（圧縮画像データに含まれる割合が高い）符号語に対応する付加ビットにだけ透かし情報を埋めこんだ場合よりも発生頻度が低い（圧縮画像データに含まれる割合が低い）符号語に対応する付加ビットにだけ透かし情報を埋め込んだ場合のほうが画質の劣化が認識されにくく。

【0143】

通常、量子化後のDCT係数は、その値が大きくなるにつれてその発生頻度が低くなる。また、図4に示すように、値が大きくなる（発生頻度が低くなる）につれて、割り当てられるグループ番号SSSSが大きくなる。さらに、グループ番号SSSSが大きくなるにつれて、割り当てられる付加ビット数は多くなる。したがって、発生頻度が低くなるにつれて、割り当てられる付加ビット数が多くなる。また、通常、図6に示すように、グループ番号SSSSが大きくなるにつれて、割り当てられる符号語の長さ（符号長）が長くなるように符号テーブルは設定される。すなわち、符号語の発生頻度が低い（圧縮画像データに含まれる割合が低い）ほど、対応するグループ番号が大きくかつ付加ビット数が多く（付加ビット長が長く）なる。

【0144】

第3の実施形態による情報埋め込み装置では、付加ビット長指定情報によって指定された範囲に属するビット長を有する付加ビットに透かし情報が埋め込まれる。したがって、例えば、埋め込むべき透かし情報のデータ量が比較的少ないとときは、比較的長いビット長を有する（発生頻度が低い）付加ビットに透かし情報を埋め込む。これにより、透かし情報が埋め込まれている個所が画面上で分散されるため画質の劣化が認識されにくくなる。このように、用途・目的に応じた適

切なビット長を有する付加ビットに透かし情報を埋め込むことができる。

また、透かし情報が埋め込まれた圧縮画像を復元した画像の画質が著しく劣化しているときは、ビット長の範囲を狭くした付加ビット長指定情報を付加ビット長判定部30に与えて再度埋め込み処理を行う。これにより、透かし情報が埋め込まれた圧縮画像の画質の劣化を抑えることができる。

【0145】

また、埋め込むべき透かし情報の一部が埋め込まれていない場合には、ビット長の範囲を広くした付加ビット長指定情報を付加ビット長判定部30に与えて再度埋め込み処理を行う。これにより、埋め込むべき透かし情報のすべてを確実に埋め込むことができる。

【0146】

<なお書き>

なお、付加ビット長指定情報は、最小ビット長M（min）および最大ビット長M（max）を指定する情報としたが、これに代えて、最小ビット長M（min）または最大ビット長M（max）のいずれか一方だけを指定する情報としてもよい。

【0147】

また、第3の実施形態による情報埋め込み装置においても第1の実施形態による情報埋め込み装置と同様の効果を得ることができる。

【0148】

また、ここではJPEGフォーマットで圧縮された画像データに透かし情報を埋め込む場合について説明したが、MPEGフォーマットで圧縮された画像データに透かし情報を埋め込む場合にも同様の効果が得られる。

【0149】

また、第3の実施形態による情報埋め込み装置は必ずしもハードウェア構成を必要とするものではなくソフトウェアでも実現することができる。

【0150】

(第4の実施形態)

<全体構成>

図19は、この発明の第4の実施形態による情報埋め込み装置の全体構成を示すブロック図である。図19に示す情報埋め込み装置は、図1に示した情報埋め込み装置に加えてさらに色成分判定部40を備える。色成分判定部40は、可変長復号化部10によって抽出された色成分情報COLORが色成分指定情報によって指定された色成分であるときは活性のイネーブル信号ENBを、そうでないときは不活性のイネーブル信号ENBを埋め込み処理部16に出力する。

【0151】

可変長復号化部10は、符号語CODEおよび付加ビットADBITの抽出・符号語長Lおよび付加ビット長Mの出力に加えてさらに、色成分情報COLORを圧縮画像データから抽出して色成分判定部40に出力する。色成分情報COLORは、可変長復号化部10に与えられる可変長符号の色成分(Y, U, V)を示す情報である。埋め込み処理部16は、色成分判定部40から活性のイネーブル信号ENBを受けたとき、付加ビットレジスタ12に記憶された付加ビットのうちビット指定情報によって指定されたビットに透かし情報を埋め込む。

【0152】

<透かし情報の埋め込み処理>

次に、以上のように構成された情報埋め込み装置による透かし情報の埋め込み処理について、図20に示すフローチャートを参照しつつ説明する。

【0153】

まず、ステップST701において、ビット指定情報が埋め込み処理部16に与えられる。

【0154】

次いで、ステップST2001において、色成分指定情報が色成分判定部40に与えられる。色成分指定情報は、透かし情報を埋め込むべき色成分を指定する情報である。色成分とは、画像データを構成する要素である輝度成分Yおよび色差成分U, Vのことである。具体的には図21に示すように、色成分指定情報は、輝度成分について指定する情報YEおよび色差成分について指定する情報UE, VEを含んでいる。透かし情報を埋め込むべき色成分に対する指定情報YE, UE, VEは1に、透かし情報を埋め込まない色成分に対する指定情報YE, U

E, VEは0に設定される。例えば、図21において、YE=0・UE=1・VE=1である色成分指定情報は、輝度成分Yにおける付加ビットに対しては透かし情報を埋め込みず、色差成分U, Vにおける付加ビットに対してのみ透かし情報を埋め込むように指定する情報である。

【0155】

次いで、ステップST702において、JPEGフォーマットで圧縮された画像データに含まれる可変長符号が可変長復号化部10に順次与えられる。

【0156】

次いで、ステップST2002において、可変長復号化部10は、図7に示したステップST703におけるのと同様にして、符号語CODEと当該符号語CODEに連続する付加ビットADBITとを抽出し、符号語長Lおよび付加ビット長Mを出力する。さらに可変長復号化部10は、色成分情報COLORを圧縮画像データから抽出して色成分判定部40に出力する。可変長復号化部10によって抽出された符号語CODEは符号語レジスタ14に、付加ビットADBITは付加ビットレジスタ12に一時的に記憶される。符号語長Lは符号語長レジスタ15に、付加ビット長Mは付加ビット長レジスタ13に一時的に記憶される。

【0157】

次いで、ステップST2003において、色成分判定部40には、可変長復号化部10からの色成分情報COLORと色成分指定情報とを比較する。色成分指定情報のうち値が1である指定情報YE, UE, VEのいずれかと色成分情報COLORとが一致するとき、色成分判定部40は活性のイネーブル信号ENBを埋め込み処理部16に出力する。そしてステップST704において、活性のイネーブル信号ENBを受けた埋め込み処理部16は、ビット指定情報に従って付加ビットレジスタ12の出力に透かし情報を埋め込む。次いで、ステップST705において、データ連結部17は、埋め込み処理部16によって透かし情報が埋め込まれた付加ビットと符号語レジスタ14からの符号語とを連結する。これにより、透かし情報が埋め込まれた可変長符号が得られる。

【0158】

一方、ステップST2003における比較の結果、色成分指定情報のうちの値

が1である指定情報YE, UE, VEのいずれとも色成分情報COLORが一致しないとき、色成分判定部40は不活性のイネーブル信号ENBを埋め込み処理部16に出力する。不活性のイネーブル信号ENBを受けた埋め込み処理部16は、付加ビットレジスタ12の出力をそのまま、すなわち透かし情報を埋め込まずにデータ連結部17に出力する。そしてステップST705において、データ連結部17は、埋め込み処理部16からの付加ビットと符号語レジスタ14からの符号語とを連結する。これにより、透かし情報が埋め込まれていない可変長符号（もとの可変長符号と同じもの）が得られる。

【0159】

圧縮画像データに含まれているすべての可変長符号に対して上述の処理を行うことにより、色成分指定情報によって指定された色成分の符号語に対する付加ビットに透かし情報が埋め込まれた圧縮画像データが得られる。

【0160】

次いで、ステップST706において、透かし情報が埋め込まれた圧縮画像を復元（画像伸張）する。

【0161】

次いで、ステップST707において、復元した画像の画質を評価する。その結果、画質の劣化が顕著に表れて無視できないレベルである場合(NG)は、ステップST701またはステップST2001に戻る。ステップST701に戻ったときは、透かし情報を埋め込むべきビットの数を少なくしたビット指定情報を埋め込み処理部16に与える。ステップST2001に戻ったときは、指定情報YE, UE, VEの設定を変更した色成分指定情報を色成分判定部40に与える。例えば、(YE=1, UE=0, VE=0)のように設定されていた色成分指定情報に代えて、(YE=0, UE=1, VE=0)のように設定を変更した色成分指定情報を与える。これは、「人間の目は、輝度成分の変化には敏感であるが、色差成分の変化に対しては鈍感である」という特性を利用したものである。その後、再度ステップST702-ST706における処理を行う。

【0162】

一方、画質的に問題がないレベルであるとき(OK)はステップST708に

進む。そしてステップST708において、埋め込むべき透かし情報がすべて埋め込まれているかどうかを判断する。埋め込むべき透かし情報がすべて埋め込まれていると判断された場合は処理を完了する。これに対して、埋め込むべき透かし情報の一部が埋め込まれていないと判断された場合は、ステップST701またはステップST2001に戻る。ステップST701に戻ったときは、透かし情報を埋め込むべきビットの数を多くしたビット指定情報を埋め込み処理部16に与える。ステップST2001に戻ったときは、透かし情報を埋め込むべき色成分を多くした色成分指定情報を色成分判定部40に与える。例えば、(YE=1, UE=0, VE=0)のように設定されていた色成分指定情報に代えて、(YE=1, UE=1, VE=0)のように設定を変更した色成分指定情報を与える。その後、再度ステップST702-ST706における処理を行う。

【0163】

<効果>

通常、透かし情報が埋め込まれた画像は埋め込まれる前に比べると劣化している。ところが人間の目は、輝度成分の変化には敏感である一方、色差成分の変化に対しては鈍感であるという特性を有する。

【0164】

第4の実施形態による情報埋め込み装置では、色成分指定情報によって指定された色成分の符号語に対応する付加ビットに透かし情報を埋め込むことができる。したがって、例えば、透かし情報を埋め込んだことによる画質の劣化をわかりにくくしたいときには色差成分の符号語に対応する付加ビットに透かし情報を埋め込むようにする。これにより、画質の劣化の影響を抑制することができる。このように、用途・目的に応じた適切な色成分の符号語に対応する付加ビットに透かし情報を埋め込むことができる。

【0165】

また、透かし情報が埋め込まれた圧縮画像を復元した画像の画質が著しく劣化しているときは、指定情報(YE, UE, VE)を変更した色成分指定情報を色成分判定部40に与えて再度埋め込み処理を行う。これにより、透かし情報が埋め込まれた圧縮画像の画質の劣化を抑えることができる。

【0166】

また、埋め込むべき透かし情報の一部が埋め込まれていないときは、透かし情報を埋め込むべき色成分を多くした色成分指定情報を色成分判定部40に与えて再度埋め込み処理を行う。これにより、埋め込む必要がある透かし情報を確実に埋め込むことができる。

【0167】

<なお書き>

なお、第4の実施形態による情報埋め込み装置においても第1の実施形態による情報埋め込み装置と同様の効果を得ることができる。

【0168】

また、ここではJ P E Gフォーマットで圧縮された画像データに透かし情報を埋め込む場合について説明したが、M P E Gフォーマットで圧縮された画像データに透かし情報を埋め込む場合にも同様の効果が得られる。

【0169】

また、第4の実施形態による情報埋め込み装置は必ずしもハードウェア構成を必要とするものではなくソフトウェアでも実現することができる。

【0170】

(第5の実施形態)

<全体構成>

図22は、この発明の第5の実施形態による情報埋め込み装置の全体構成を示すブロック図である。図22に示す情報埋め込み装置は、図1に示した情報埋め込み装置に加えてさらに、符号語カウンタ50と、埋め込みビット指定部51とを備える。符号語カウンタ50は、可変長復号化部10によって抽出された符号語C O D Eの数すなわち符号語数をカウントする。埋め込みビット指定部51は、符号語カウンタ50によってカウントされた符号語数および埋め込むべき透かし情報の情報量に基づいてビット指定情報を生成し、埋め込み処理部16に出力する。

【0171】

<前処理>

次に、図22に示した情報埋め込み装置による透かし情報の埋め込み処理について図23を参照しつつ説明する。以下の説明では、図7に示したフローチャートと異なる処理である前処理(ST2301-ST2304)について説明する。

【0172】

まず、ステップST2301において、図7に示したステップST702におけるのと同様にして、JPEGフォーマットで圧縮された画像データに含まれる可変長符号が可変長復号化部10に順次与えられる。

【0173】

次いで、ステップST2302において、可変長復号化部10は、図7に示したステップST703におけるのと同様にして、符号語CODEを順次抽出する。

【0174】

次いで、ステップST2303において、符号語カウンタ50は、可変長復号化部10によって抽出された符号語の数をカウントする。圧縮画像データに含まれるすべての符号語をカウントすると、符号語カウンタ50は、圧縮画像データに含まれるすべての符号語の数CODE(MAX)を埋め込みビット指定部51に出力する。

【0175】

次いで、ステップST2304において、埋め込みビット指定部51は、圧縮画像データに含まれる符号語の数CODE(MAX)と埋め込む必要がある透かし情報のデータ量DINFOとに基づいてビット指定情報を生成し、埋め込み処理部16に出力する。具体的には以下に示すとおりである。

【0176】

(1) DINFO < CODE(MAX) の場合

すなわち、埋め込む必要がある透かし情報のデータ量のほうが圧縮画像データに含まれる符号語の数よりも小さい場合である。この場合、付加ビットのうち透かし情報を埋め込むべきビットの数は1ビットでよい。したがって、埋め込みビット指定部51は、透かし情報を埋め込むべきビットとして付加ビットの1ビッ

トを指定するビット指定情報を生成し、出力する。

【0177】

(2) D I N F O > C O D E (M A X) の場合

すなわち、埋め込む必要がある透かし情報のデータ量のほうが圧縮画像データに含まれる符号語の数よりも大きい場合である。この場合に透かし情報を埋め込むべきビットとして付加ビットの1ビットを指定してしまうと、埋め込む必要がある透かし情報の一部が埋め込めないために埋め込み処理をやり直すことになる。したがって、透かし情報を埋め込むべきビットとして付加ビットの複数ビットを指定する必要がある。そこで、埋め込みビット指定部51は、

M J > D I N F O / C O D E (M A X)

を満たすような整数M Jを求める。そして、埋め込みビット指定部51は、透かし情報を埋め込むべきビットとして付加ビットのM Jビットを指定するビット指定情報を生成し、出力する。このとき、上述の条件を満たす整数M Jのうちできるだけ小さいものを選択することが望ましい。これにより、透かし情報を画面上に均一に埋め込むことができる。この結果、画面上のある一部に偏って透かし情報が埋め込まれた場合（例えば上半分だけに透かし情報が埋め込まれたような場合）と比べると、画質の劣化が認識されにくくなる。

【0178】

以上のような前処理を経た後、ふたたび可変長符号を入力し(S T 7 0 2)、透かし情報の埋め込みを順次行う(S T 7 0 3 - S T 7 0 8)。

【0179】

<効果>

以上のように第5の実施形態による情報埋め込み装置では、圧縮画像データに含まれる符号語の数C O D E (M A X) および埋め込む必要がある透かし情報のデータ量D I N F Oに基づいてビット指定情報を生成するため、透かし情報の埋め込み処理のやり直しを防止することができる。また、画質の劣化ができるだけ認識されにくくなるように均一に透かし情報を埋め込むことができる。

【0180】

<なお書き>

なお、第5の実施形態による情報埋め込み装置においても第1の実施形態による情報埋め込み装置と同様の効果を得ることができる。

【0181】

また、ここではJ P E Gフォーマットで圧縮された画像データに透かし情報を埋め込む場合について説明したが、M P E Gフォーマットで圧縮された画像データに透かし情報を埋め込む場合にも同様の効果が得られる。

【0182】

また、第5の実施形態による情報埋め込み装置は必ずしもハードウェア構成を必要とするものではなくソフトウェアでも実現することができる。

【0183】

(第6の実施形態)

<全体構成>

図24は、この発明の第6の実施形態による情報埋め込み装置の全体構成を示すブロック図である。図24に示す情報埋め込み装置は、図11に示した情報埋め込み装置に加えてさらに、領域符号語カウンタ60と、周波数領域指定部61とを備える。領域符号語カウンタ60は、周波数領域判定部20から出力される活性のイネーブル信号E N Bの数をカウントする。周波数領域指定部61は、領域符号語カウンタ60によってカウントされたイネーブル信号E N Bの数に基づいて領域指定情報を生成し、周波数領域判定部20に出力する。

【0184】

<前処理>

次に、図24に示した情報埋め込み装置による透かし情報の埋め込み処理について図25を参照しつつ説明する。以下の説明では、図12に示したフローチャートと異なる処理である前処理(S T 2501-S T 2506)について説明する。

【0185】

まず、ステップS T 2501において、図12に示したステップS T 701におけるのと同様にして、ビット指定情報が埋め込み処理部16に与えられる。

次いで、ステップS T 2502において、周波数領域指定部61は、所定の領域

(第2の周波数領域)を指定する領域指定情報を生成し、周波数領域判定部20に出力する。この領域指定情報は図13に示したのと同様のものである。

次いで、ステップST2503において、図12に示したステップST702におけるのと同様にして、JPEGフォーマットで圧縮された画像データに含まれる可変長符号が可変長復号化部10に順次与えられる。

【0186】

次いで、ステップST2504において、可変長復号化部10は、図12に示したステップST1602におけるのと同様にして、符号語CODEを順次抽出し、かつ、抽出した符号語CODEに対応するランRRRRおよびグループ番号SSSSを周波数領域判定部20に出力する。

【0187】

次いで、ステップST2505において、周波数領域判定部20は、図12に示したステップST1603におけるのと同様にして、可変長復号化部10からのランRRRRに1を加えた値(RRRR+1)を順次累積する。そして、領域指定情報で指定される範囲に(RRRR+1)の累積値が属するか否かを順次判断する。属すると判断したとき周波数領域判定部20は活性のイネーブル信号ENBを出力する。一方、属しないと判断したとき周波数領域判定部20は不活性のイネーブル信号ENBを埋め込み処理部16に出力する。

【0188】

領域符号語カウンタ60は、周波数領域判定部20から出力される活性のイネーブル信号ENBの数をカウントする。これにより、領域指定情報によって指定された領域(第2の周波数領域)に属する符号語の数がカウントされることになる。そして、圧縮画像データに含まれるすべての符号語についてのカウントが終了すると、領域符号語カウンタ60は、カウント値CODE(ENB)を周波数領域指定部61に出力する。このカウント値CODE(ENB)は、圧縮画像データに含まれる符号語のうち第2の周波数領域に属する符号語の数を表している。

【0189】

次いで、ステップST2506において、周波数領域指定部61は、まず、圧

縮画像データに埋め込むことができる透かし情報のデータ量の最大値D I N F O

(MAX) を算出する。最大値D I N F O (MAX) の算出は、

$$D I N F O (M A X) = M J \times C O D E (E N B)$$

で表される式に従って行われる。M Jは、1つの付加ビットにおける透かし情報を埋め込むべきビットの数である。

【0190】

次いで、周波数領域指定部61は、埋め込む必要がある透かし情報のデータ量D I N F Oと最大値D I N F O (MAX) とを比較し、その結果に基づいて以下のような処理を行う。

【0191】

(1) $D I N F O < D I N F O (M A X)$ の場合

ステップST2502に戻り、周波数領域を狭くした領域指定情報を周波数領域判定部20に与える。そして、再び、ステップST2503-ST2506における処理を行う。

【0192】

(2) $D I N F O > D I N F O (M A X)$ の場合

(ただし、 $D I N F O \leq D I N F O (M A X)$)

ステップST2502に戻り、周波数領域を広くした領域指定情報を周波数領域判定部20に与える。そして、再び、ステップST2503-ST2506における処理を行う。

【0193】

(3) $D I N F O = D I N F O (M A X)$ の場合

ステップST702に進む。

【0194】

このように、領域指定情報によって指定された周波数領域に埋め込めることがある透かし情報のデータ量の最大値D I N F O (MAX) と埋め込む必要がある透かし情報のデータ量D I N F O とがおおよそ等しくなるように領域指定情報を調整する。そして、 $D I N F O = D I N F O (M A X)$ (ただし、 $D I N F O \leq D I N F O (M A X)$)となるような領域指定情報が得られると、以後

ステップST702-ST708において透かし情報の埋め込み処理が当該領域指定情報に従って行われる。

【0195】

<効果>

以上のように第6の実施形態による情報埋め込み装置では、前処理ST2501-ST2506を行うため、領域指定情報によって指定された周波数領域に埋め込むことができる透かし情報のデータ量の最大値DINFO(MAX)と埋め込む必要がある透かし情報のデータ量DINFOとがおおよそ等しくなるような領域指定情報が得られる。これにより、埋め込み処理のやり直しを防止することができる。

【0196】

また、付加ビットに透かし情報を埋め込むと元々（情報埋め込み前）の付加ビットが変化するため、画像を復元したときの画質の劣化が問題となる。しかし、第6の実施形態による情報埋め込み装置によれば、透かし情報を埋め込む周波数領域ができる限り狭く設定されるため、画像を復元したときの画質の劣化を最小限に抑えることができる。

【0197】

<なお書き>

なお、第6の実施形態による情報埋め込み装置においても第2の実施形態による情報埋め込み装置と同様の効果を得ることができる。

【0198】

また、ここではJPEGフォーマットで圧縮された画像データに透かし情報を埋め込む場合について説明したが、MPEGフォーマットで圧縮された画像データに透かし情報を埋め込む場合にも同様の効果が得られる。

【0199】

また、第6の実施形態による情報埋め込み装置は必ずしもハードウェア構成を必要とするものではなくソフトウェアでも実現することができる。

【0200】

(第7の実施形態)

<透かし情報の埋め込み>

図26は、この発明の第7の実施形態による透かし情報の埋め込み方法の手順を示すフローチャートである。図26に示す透かし情報の埋め込み方法は、透かし情報を埋め込んだ付加ビットのビットを示す情報をヘッダ情報として生成し、当該ヘッダ情報を可変長符号と多重化することを特徴とする。以下、図26を参照しつつ説明する。

【0201】

まず、ステップST2601において、付加ビットのうち透かし情報を埋め込むべきビットを指定する。

【0202】

次いで、ステップST2602において、付加ビットの、ステップST2601において指定されたビットに透かし情報を埋め込む。透かし情報の埋め込み処理は第1の実施形態において説明したのと同様の処理によって行う。

【0203】

ステップST2602と並行してステップST2603において、付加ビットのどのビットに透かし情報が埋め込まれたかを示すヘッダ情報を生成する。

【0204】

次いで、ステップST2604において、ステップST2603によって生成されたヘッダ情報と、ステップST2602によって透かし情報が埋め込まれた可変長符号とを多重化（ビットストリーム結合）して、図27に示すようなビットストリームデータを生成する。

【0205】

<透かし情報の取り出し>

図28は、図26に示した透かし情報の埋め込み方法によって生成されたビットストリームデータから透かし情報を取り出す方法の手順を示すフローチャートである。以下、図28を参照しつつ説明する。

【0206】

まず、ステップST2801において、ビットストリームデータ中のヘッダ情報の解析を行う。上述のとおり、ヘッダ情報は、付加ビットのどのビットに透か

し情報が埋め込まれたかを示す情報である。

【0207】

次いで、ステップST2802において、ヘッダ情報の解析の結果から付加ビットのうち透かし情報が埋め込まれているビットが認識される。

【0208】

次いで、ステップST2803において、可変長復号化処理が行われて付加ビットが順次抽出される。ここで可変長復号化処理は、図7のステップST703における処理と同様の処理である。そして、抽出された付加ビットからステップST2802において認識されたビットのデータを取り出す。このようにして透かし情報が取り出される。

【0209】

<効果>

以上のように、第7の実施形態による透かし情報の埋め込み方法では、透かし情報を埋め込んだ付加ビットのビットを示すヘッダ情報を可変長符号と多重化する。また、第7の実施形態による透かし情報の取り出し方法では、透かし情報が埋め込まれたビットをヘッダ情報に基づいて認識し、可変長復号化処理によって抽出された付加ビットから当該認識したビットのデータを取り出す。したがって埋め込まれた透かし情報を忠実に取り出すことができる。

【0210】

(第8の実施形態)

<透かし情報の埋め込み>

図29は、この発明の第8の実施形態による透かし情報の埋め込み方法の手順を示すフローチャートである。図29に示す透かし情報の埋め込み方法は、透かし情報が埋め込まれた付加ビットが属する周波数領域を示すヘッダ情報を生成し、当該ヘッダ情報を可変長符号と多重化することを特徴とする。以下、図29を参照しつつ説明する。

【0211】

まず、ステップST2901において、透かし情報を埋め込むべき付加ビットの周波数領域を指定する。

【0212】

次いで、ステップST2902において、指定した周波数領域に属する付加ビットに透かし情報を埋め込む。透かし情報の埋め込み処理は第2の実施形態において説明したのと同様の処理によって行う。

【0213】

ステップST2902と並行してステップST2903において、透かし情報が埋め込まれた付加ビットの周波数領域情報を示すヘッダ情報を生成する。

【0214】

次いで、ステップST2904において、ステップST2903によって生成されたヘッダ情報と、ステップST2902によって透かし情報が埋め込まれた可変長符号とを多重化（ビットストリーム結合）して、図27に示すようなビットストリームデータを生成する。

【0215】

<透かし情報の取り出し>

図30は、図29に示した透かし情報の埋め込み方法によって生成されたビットストリームデータから透かし情報を取り出す方法の手順を示すフローチャートである。以下、図30を参照しつつ説明する。

【0216】

まず、ステップST3001において、ビットストリームデータ中のヘッダ情報の解析を行う。上述のとおり、ヘッダ情報は、透かし情報が埋め込まれた付加ビットの属する周波数領域を示す情報である。

【0217】

次いで、ステップST3002において、ヘッダ情報の解析の結果から、透かし情報が埋め込まれた付加ビットの属する周波数領域が認識される。

【0218】

次いで、ステップST3003において、可変長復号化処理が行われて付加ビットが順次抽出される。そして、抽出された付加ビットのうちステップST2902において認識された周波数領域に属する付加ビットの所定のビットのデータが取り出される。所定のビットとは、透かし情報を埋め込むべきビットとしてあ

らかじめ指定されているビットである。このようにして透かし情報が取り出される。

【0219】

＜効果＞

以上のように、第8の実施形態による透かし情報の埋め込み方法では、透かし情報を埋め込んだ付加ビットが属する周波数領域を示すヘッダ情報を可変長符号と多重化する。また、第8の実施形態による透かし情報の取り出し方法では、透かし情報が埋め込まれた付加ビットが属する周波数領域をヘッダ情報に基づいて認識し、可変長復号化処理によって抽出された付加ビットのうち当該周波数領域に属する付加ビットから透かし情報を取り出す。したがって、埋め込まれた透かし情報を忠実に取り出すことができる。

【0220】

【発明の効果】

この発明の1つの局面に従った情報埋め込み装置では、付加ビットの所定のビットに透かし情報を埋め込むため、ランレンジス復号化／符号化処理および可変長符号化処理を行う必要がない。したがって、従来の情報埋め込み装置よりも全体構成を簡略化することができる。

【0221】

また、可変長符号化処理を行う必要がないため、すでに圧縮されている画像データに透かし情報を埋め込む処理を従来の装置よりも高速に行うことができる。この結果、低周波数動作における高速処理が可能となるため消費電力を低減することができる。

【0222】

また、領域判定手段を設けたため、用途・目的に応じた適切な周波数領域に透かし情報を埋め込むことができる。

【0223】

また、ビット長判定手段を設けたため、用途・目的に応じた適切なビット長を有する付加ビットに透かし情報を埋め込むことができる。

【0224】

また、色成分判定手段を設けたため、用途・目的に応じた適切な色成分の符号語に対応する付加ビットに透かし情報を埋め込むことができる。

【0225】

また、符号語カウンタを設けたため、圧縮画像データに含まれている符号語の数をあらかじめ知ることができる。

【0226】

また、埋め込みビット指定手段を設けたため、透かし情報の埋め込み処理のやり直しを防止することができる。また、画質の劣化ができるだけ認識されにくくなるように均一に透かし情報を埋め込むことができる。

【0227】

また、領域符号語カウンタを設けたため、圧縮画像データに含まれている符号語のうち第2の周波数領域に属する符号語の数をあらかじめ知ることができる。

【0228】

また、周波数領域指定手段を設けたため、透かし情報の埋め込み処理のやり直しを防止することができる。

【0229】

また、ヘッダ情報生成手段と、多重化手段とを設けたため、画像復元時にヘッダ情報を解析することによって、埋め込んだ透かし情報を忠実に取り出すことができる。

【0230】

この発明のもう1つの局面に従った情報取り出し装置は、解析手段と、可変長復号化手段と、取り出し手段とを設けたため、埋め込まれた透かし情報を忠実に取り出すことができる。

【0231】

この発明のさらにもう1つの局面に従った情報埋め込み方法では、付加ビットの所定のビットに透かし情報を埋め込むため、ランレンジス復号化／符号化処理および可変長符号化処理を行う必要がない。したがって、従来の情報埋め込み方法よりも全体の処理を簡略化することができる。また、可変長符号化処理を行う必要がないため、すでに圧縮されている画像データに透かし情報を埋め込む処理

を従来の方法よりも高速に行うことができる。

【0232】

また、透かし情報が埋め込まれた圧縮画像データを復元し、復元された画像の劣化の程度に応じて所定のビットの数を少なくして、再度、抽出ステップ・埋め込みステップ・生成ステップを行う。これにより、透かし情報が埋め込まれた圧縮画像の画質の劣化を抑えることができる。

【0233】

また、埋め込むべき透かし情報の一部を埋め込めなかったときは、所定のビットの数を多くして、再度、抽出ステップ・埋め込みステップ・生成ステップを行う。これにより、埋め込むべき透かし情報のすべてを確実に埋め込むことができる。

【0234】

また、抽出ステップによって抽出された符号語が第1の周波数領域に属するか否かを判定するステップを設けたため、用途・目的に応じた適切な周波数領域に透かし情報を埋め込むことができる。

【0235】

また、透かし情報が埋め込まれた圧縮画像データを復元し、復元された画像の劣化の程度に応じて第1の周波数領域を狭くして、再度、抽出ステップ・埋め込みステップ・生成ステップを行う。これにより、透かし情報が埋め込まれた圧縮画像の画質の劣化を抑えることができる。

【0236】

また、埋め込むべき透かし情報の一部を埋め込めなかったときは、第1の周波数領域を広くして、再度、抽出ステップ・埋め込みステップ・生成ステップを行う。これにより、埋め込むべき透かし情報のすべてを確実に埋め込むことができる。

【0237】

また、抽出ステップによって抽出された付加ビットが所定のビット長を有するか否かを判定するステップを設けたため、用途・目的に応じた適切なビット長を有する付加ビットに透かし情報を埋め込むことができる。

【0238】

また、透かし情報が埋め込まれた圧縮画像データを復元し、復元された画像の劣化の程度に応じて所定のビット長の範囲を狭くして、再度、抽出ステップ・埋め込みステップ・生成ステップを行う。これにより、透かし情報が埋め込まれた圧縮画像の画質の劣化を抑えることができる。

【0239】

また、埋め込むべき透かし情報の一部を埋め込めなかったときは、所定のビット長の範囲を広くして、再度、抽出ステップ・埋め込みステップ・生成ステップを行う。これにより、埋め込むべき透かし情報のすべてを確実に埋め込むことができる。

【0240】

また、抽出ステップによって抽出された符号語の色成分が所定の色成分であるか否かを判定するステップを設けたため、用途・目的に応じた適切な色成分の符号語に対応する付加ビットに透かし情報を埋め込むことができる。

【0241】

また、透かし情報が埋め込まれた圧縮画像データを復元し、復元された画像の劣化の程度に応じて所定の色成分を変更して、再度、抽出ステップ・埋め込みステップ・生成ステップを行う。これにより、透かし情報が埋め込まれた圧縮画像の画質の劣化を抑えることができる。

【0242】

また、抽出ステップの前処理として、圧縮画像データから符号語を抽出し、抽出した符号語をカウントするため、圧縮画像データに含まれている符号語の数をあらかじめ知ることができる。

【0243】

また、カウントされた符号語の数に基づいて、透かし情報を埋め込むべき所定のビットを指定し、指定したビットに透かし情報を埋め込むため、透かし情報の埋め込み処理のやり直しを防止することができる。また、画質の劣化ができるだけ認識されにくくなるように均一に透かし情報を埋め込むことができる。

【0244】

また、抽出ステップの前処理として、圧縮画像データから抽出した符号語のうち第2の周波数領域に属する符号語の数をカウントするため、圧縮画像データに含まれている符号語のうち第2の周波数領域に属する符号語の数をあらかじめ知ることができる。

【0245】

また、カウントした符号語の数に基づいて第1の周波数領域を指定するため、透かし情報の埋め込み処理のやり直しを防止することができる。

【0246】

また、多重化ステップを設けたため、画像復元時にヘッダ情報を解析することによって、埋め込んだ透かし情報を忠実に取り出すことができる。

【0247】

この発明のさらにもう1つの局面に従った情報取り出し方法は、認識ステップと、抽出ステップと、取り出しきっぷとを設けたため、埋め込まれた透かし情報を忠実に取り出すことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

この発明の第1の実施形態による情報埋め込み装置の全体構成を示すブロック図である。

【図2】

複数のブロックに分割された原画像を示す図である。

【図3】

2次元DCT変換によって得られたDCT係数を示す図である。

【図4】

有効係数、グループ番号、および付加ビット数の対応関係を示す図である。

【図5】

グループ番号が4のグループにおける付加ビットと有効係数との対応関係を示す図である。

【図6】

ラン/グループ番号と符号語との対応関係を示す符号テーブルの一例を示す図

である。

【図7】

図1に示した情報埋め込み装置による透かし情報の埋め込み処理の手順を示すフローチャートである。

【図8】

透かし情報を埋め込むべきビットとして付加ビットの下位2ビットを指定した場合を示す図である。

【図9】

可変長復号化部に与えられる可変長符号の一例を示す図である。

【図10】

符号語と付加ビットとを連結する処理を説明するための図である。

【図11】

この発明の第2の実施形態による情報埋め込み装置の全体構成を示すブロック図である。

【図12】

図11に示した情報埋め込み装置による透かし情報の埋め込み処理の手順を示すフローチャートである。

【図13】

領域指定情報の一例を示す図である。

【図14】

図11に示した可変長復号化部に順次与えられる可変長符号の一例を示す図である。

【図15】

図14に示した可変長符号に対して得られる符号語・符号語長・付加ビット・付加ビット長・ラン/グループ番号を示す図である。

【図16】

この発明の第3の実施形態による情報埋め込み装置の全体構成を示すブロック図である。

【図17】

図16に示した情報埋め込み装置による透かし情報の埋め込み処理の手順を示すフローチャートである。

【図18】

付加ビット長指定情報の一例を示す図である。

【図19】

この発明の第4の実施形態による情報埋め込み装置の全体構成を示すブロック図である。

【図20】

図19に示した情報埋め込み装置による透かし情報の埋め込み処理の手順を示すフローチャートである。

【図21】

色成分指定情報の一例を示す図である。

【図22】

この発明の第5の実施形態による情報埋め込み装置の全体構成を示すブロック図である。

【図23】

図22に示した情報埋め込み装置による透かし情報の埋め込み処理の手順を示すフローチャートである。

【図24】

この発明の第6の実施形態による情報埋め込み装置の全体構成を示すブロック図である。

【図25】

図24に示した情報埋め込み装置による透かし情報の埋め込み処理の手順を示すフローチャートである。

【図26】

この発明の第7の実施形態による透かし情報の埋め込み方法の処理の手順を示すフローチャートである。

【図27】

ビットストリームデータの構成を示す図である。

【図28】

この発明の第7の実施形態による透かし情報の取り出し方法の処理の手順を示すフローチャートである。

【図29】

この発明の第8の実施形態による透かし情報の埋め込み方法の処理の手順を示すフローチャートである。

【図30】

この発明の第8の実施形態による透かし情報の取り出し方法の処理の手順を示すフローチャートである。

【図31】

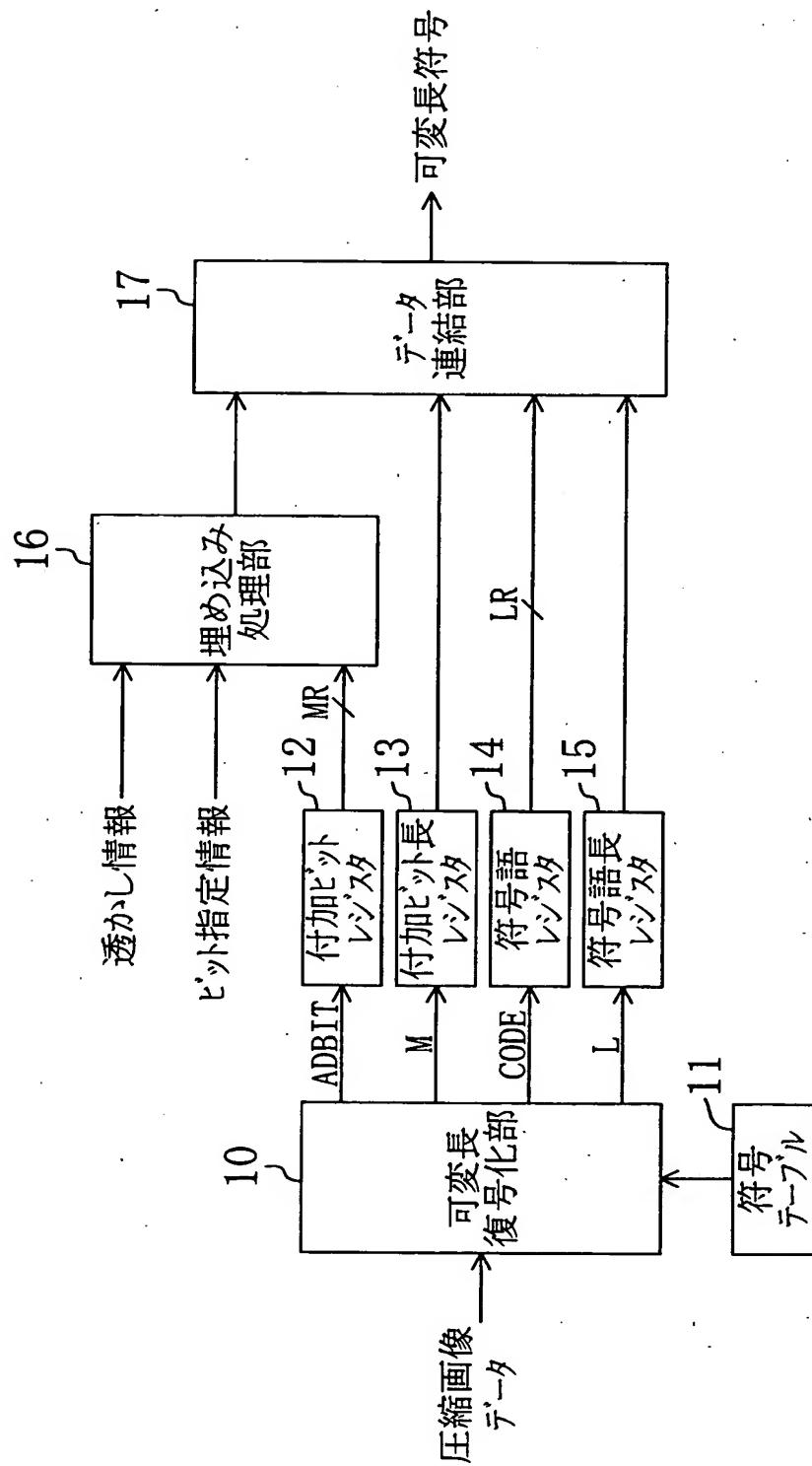
従来の情報埋め込み装置の全体構成を示すブロック図である。

【符号の説明】

- 1 0 可変長復号化部
- 1 1 符号テーブル
- 1 6 埋め込み処理部
- 1 7 データ連結部
- 2 0 周波数領域判定部
- 3 0 付加ビット長判定部
- 4 0 色成分判定部
- 5 0 符号語カウンタ
- 5 1 埋め込みビット指定部
- 6 0 領域符号語カウンタ
- 6 1 周波数領域指定部
- C O D E 符号語
- A D B I T 付加ビット

【書類名】 図面

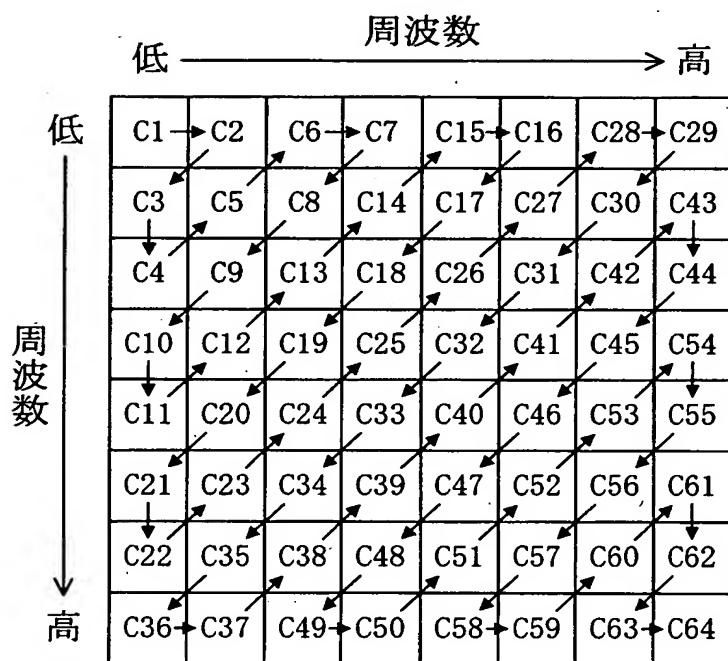
【図1】



【図2】

BK1	BK2	BK3	BK4
BK5	BK6	BK7	BK8
BK9	BK10	BK11	BK12
BK13	BK14	BK15	BK16

【図3】



【図4】

グループ番号 SSSS	量子化後のDCT係数値Dq	付加ビット数
0	0	0
1	-1,+1	1
2	-3,-2,+2,+3	2
3	-7,..,-4,+4,..,+7	3
4	-15,..,-8,+8,..,+15	4
5	-31,..,-16,+16,..,+31	5
6	-63,..,-32,+32,..,+63	6
7	-127,..,-64,+64,..,+127	7
8	-255,..,-128,+128,..,+255	8
9	-511,..,-256,+256,..,+511	9
10	-1023,..,-512,+512,..,+1023	10
11	-2047,..,-1024,+1024,..,+2047	11

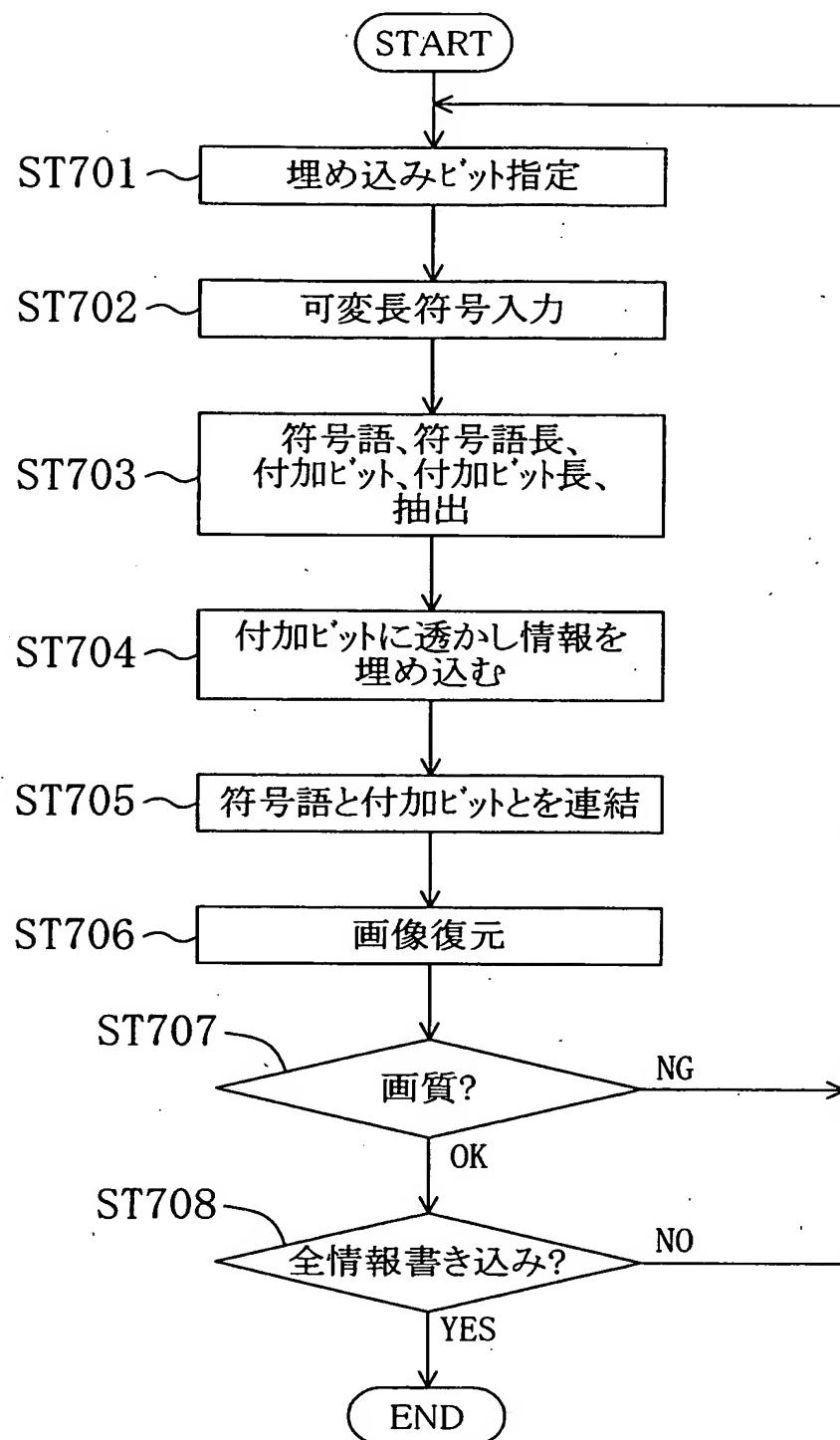
【図5】

付加ビット ADBIT	DCT係数 Dq
0000	-15
0001	-14
0010	-13
0011	-12
0100	-11
0101	-10
0110	-9
0111	-8
1000	+8
1001	+9
1010	+10
1011	+11
1100	+12
1101	+13
1110	+14
1111	+15

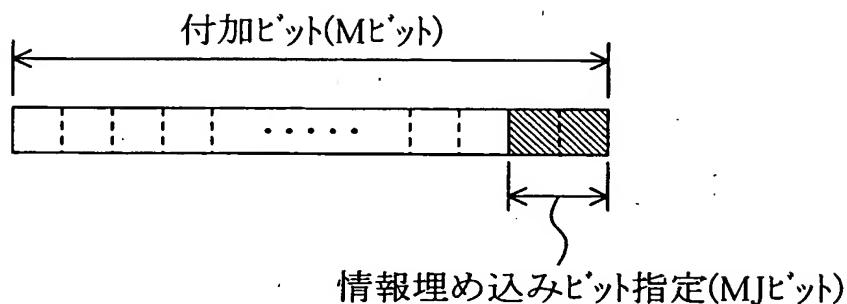
【図6】

ラン/ グループ番号	符号長	符号語	ラン/ グループ番号	符号長	符号語
0/0(EOB)	4	1010			
0/1	2	00	5/1	7	1111010
0/2	2	01	5/2	11	11111110111
0/3	3	100	5/3	16	1111111110011110
0/4	4	1011	5/4	16	1111111110011111
0/5	5	11010	5/5	16	1111111110100000
0/6	7	1111000	5/6	16	1111111110100001
0/7	8	11111000	5/7	16	1111111110100010
0/8	10	1111110110	5/8	16	1111111110100011
0/9	16	1111111110000010	5/9	16	1111111110100100
0/A	16	1111111110000011	5/A	16	1111111110100101
1/1	4	1100	6/1	7	1111011
1/2	5	11011	6/2	12	111111110110
1/3	7	1111001	6/3	16	1111111110100110
1/4	9	111110110	6/4	16	1111111110100111
1/5	11	11111110110	6/5	16	1111111110101000
1/6	16	1111111110000100	6/6	16	11111111110101001
1/7	16	1111111110000101	6/7	16	11111111110101010
1/8	16	1111111110000110	6/8	16	11111111110101011
1/9	16	1111111110000111	6/9	16	11111111110101100
1/A	16	1111111110001000	6/A	16	11111111110101101
2/1	5	11100	7/1	8	11111010
2/2	8	11111001	7/2	12	111111110111
2/3	10	1111110111	7/3	16	11111111110101110
2/4	12	111111110100	7/4	16	11111111110101111
2/5	16	1111111110001001	7/5	16	11111111110110000
2/6	16	11111111110001010	7/6	16	11111111110110001
2/7	16	11111111110001011	7/7	16	11111111110110010
2/8	16	11111111110001100	7/8	16	11111111110110011
2/9	16	11111111110001101	7/9	16	11111111110110100
2/A	16	11111111110001110	7/A	16	11111111110110101
3/1	6	111010	8/1	9	111111000
3/2	9	111110111	8/2	15	1111111111000000
3/3	12	1111111110101	8/3	16	11111111110110110
3/4	16	11111111110001111	8/4	16	11111111110110111
3/5	16	11111111110010000	8/5	16	11111111110111000
3/6	16	11111111110010001	8/6	16	11111111110111001
3/7	16	11111111110010010	8/7	16	11111111110111010
3/8	16	11111111110010011	8/8	16	11111111110111011
3/9	16	11111111110010100	8/9	16	11111111110111100
3/A	16	11111111110010101	8/A	16	11111111110111101
4/1	6	111011	9/1	9	111111001
4/2	10	11111111000	9/2	16	11111111110111110
4/3	16	11111111110010110	9/3	16	11111111110111111
4/4	16	11111111110010111	9/4	16	11111111111000000
4/5	16	11111111110011000	9/5	16	11111111111000001
4/6	16	11111111110011001	{	{	{
4/7	16	11111111110011010	F/8	16	11111111111111100
4/8	16	11111111110011011	F/9	16	11111111111111101
4/9	16	11111111110011100	F/A	16	11111111111111110

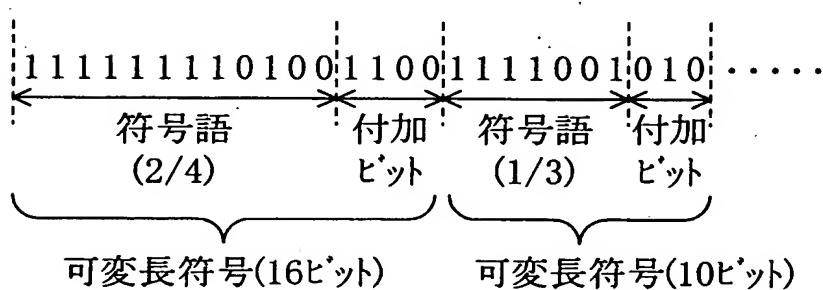
【図7】



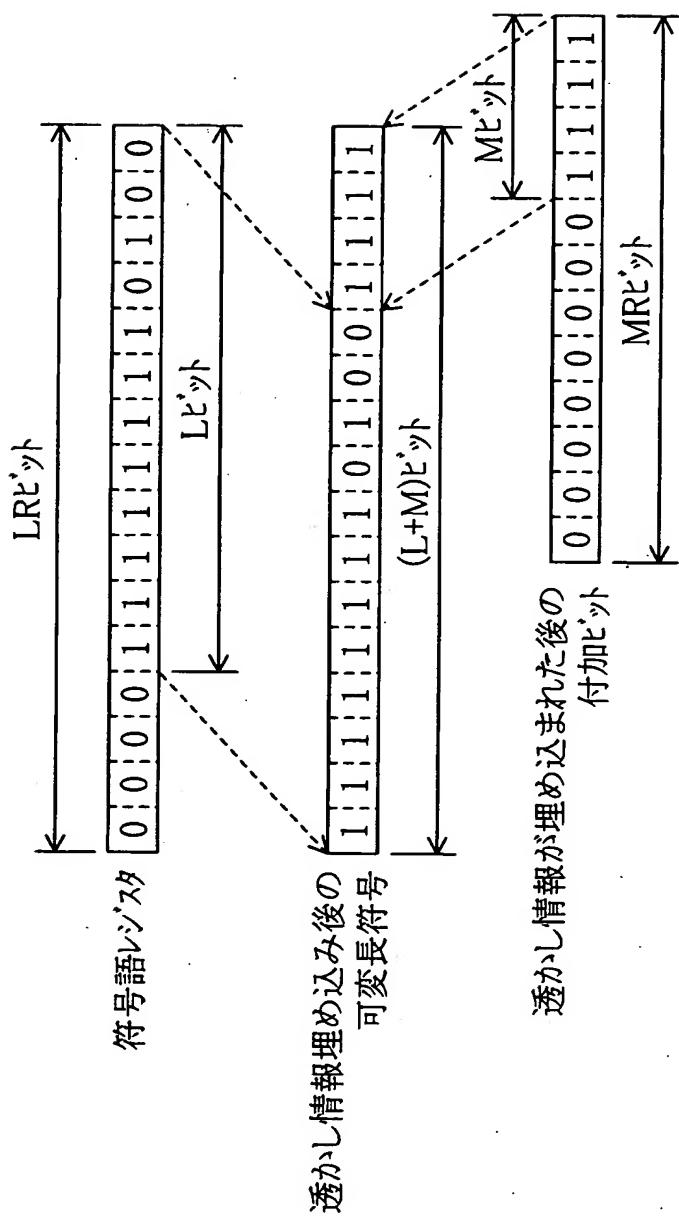
【図8】



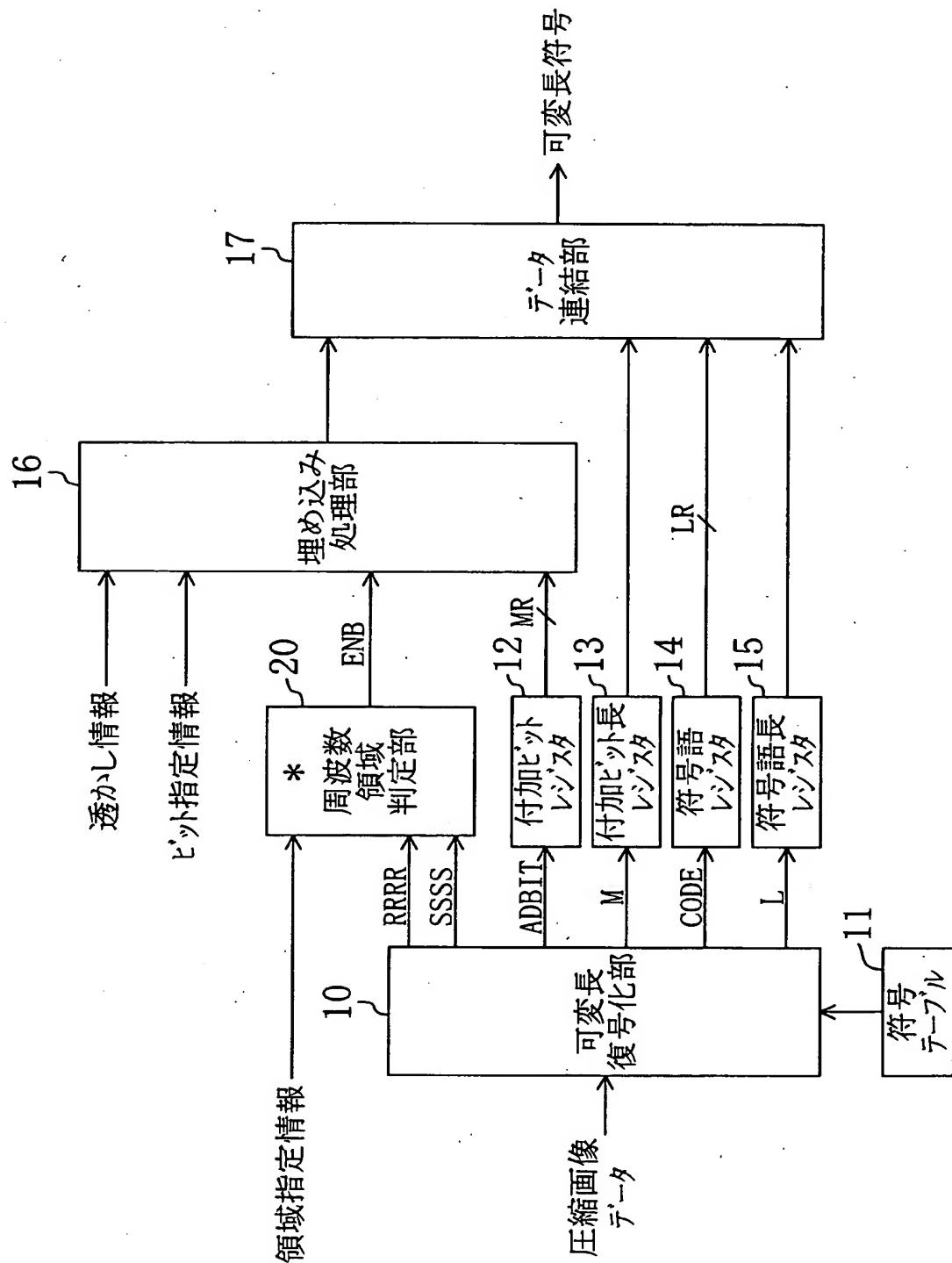
【図9】



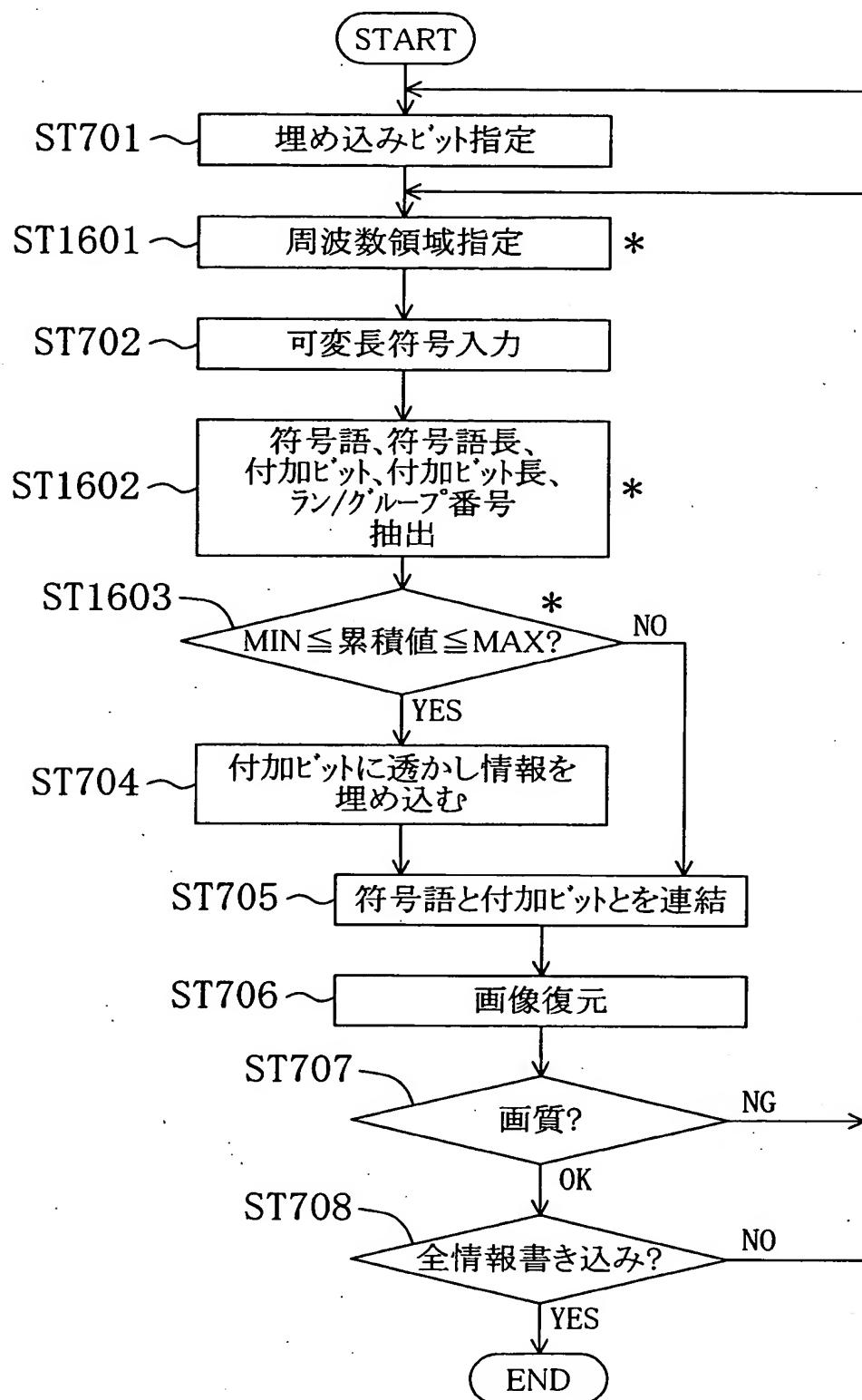
【図10】



【図11】



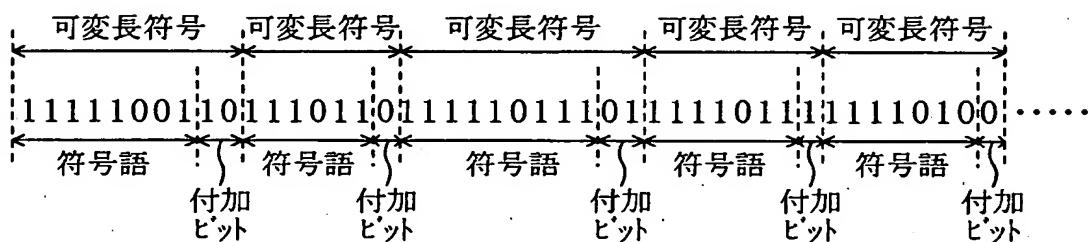
【図12】



【図13】

	最小値MIN	最大値MAX
(RRRR+1)の累積値	5	20

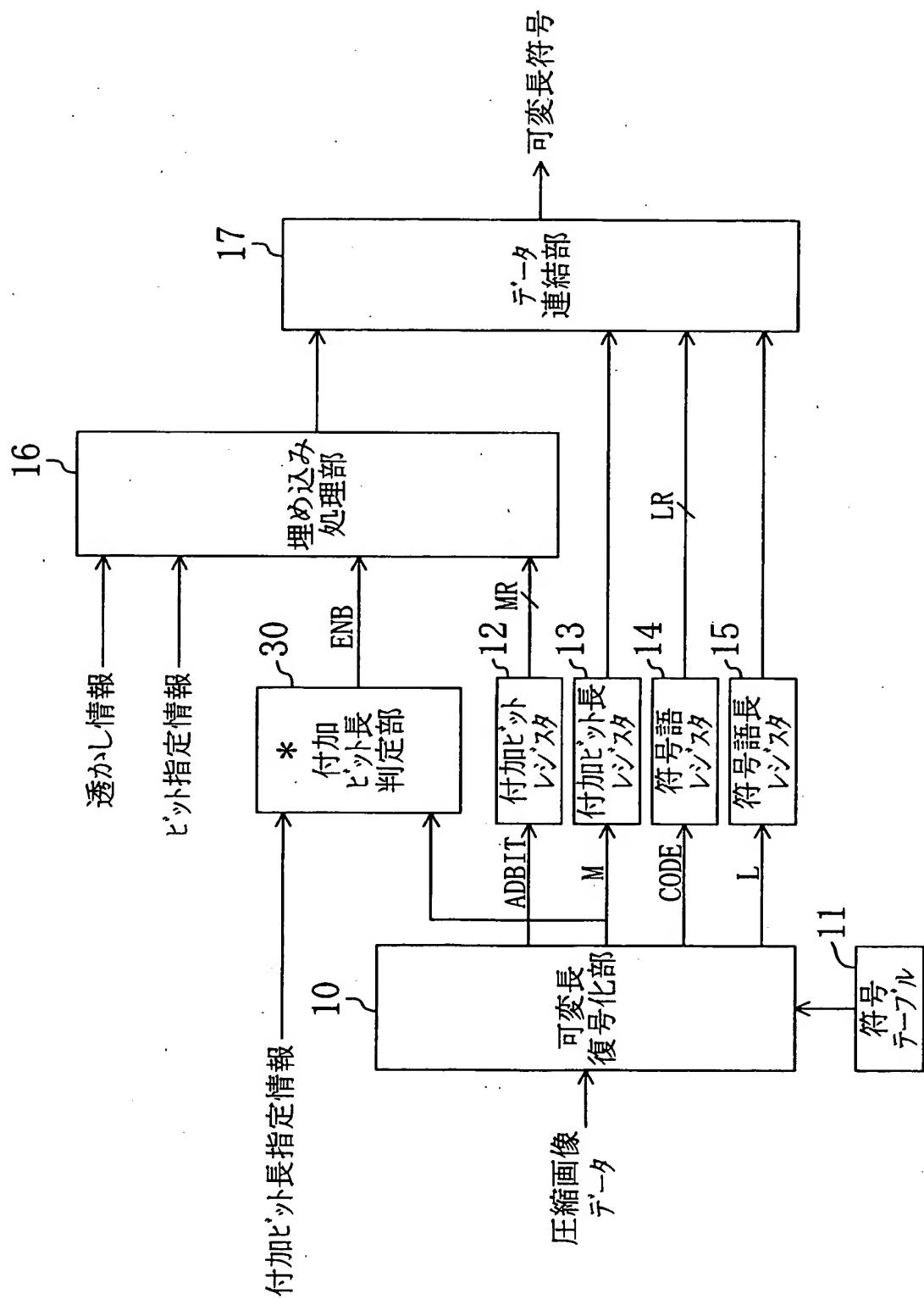
【図14】



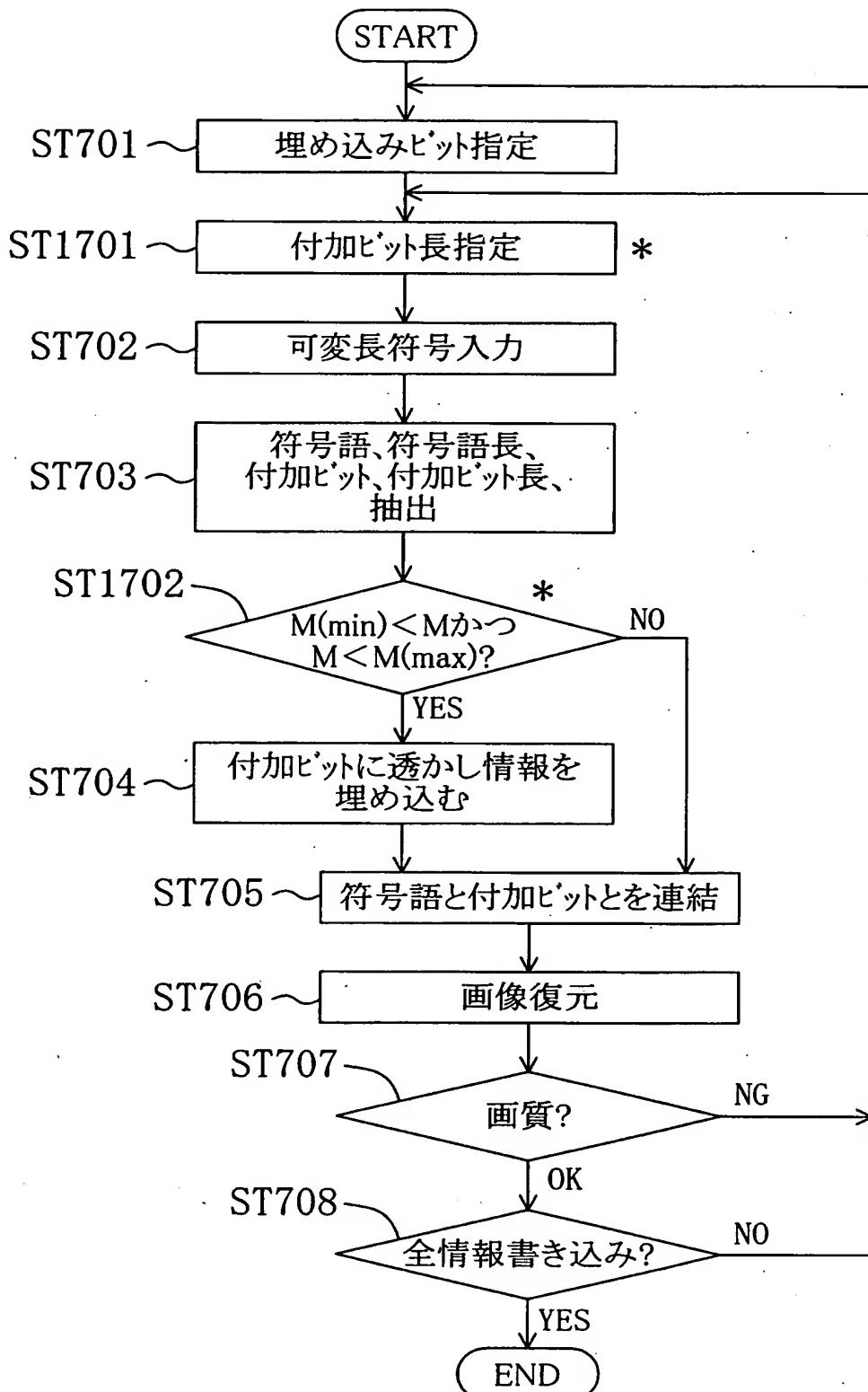
【図15】

符号語CODE	11111001	111011	111110111	1111011	1111010	...
符号語長L	8	6	9	7	7	...
付加ビットADBIT	10	0	01	1	0	...
付加ビット長M	2	1	2	1	1	...
RRRR/SSSS	2/2	4/1	3/2	6/1	5/1	...
(RRRR+1) 累積値	3	8	12	19	25	...

【図16】



【図17】

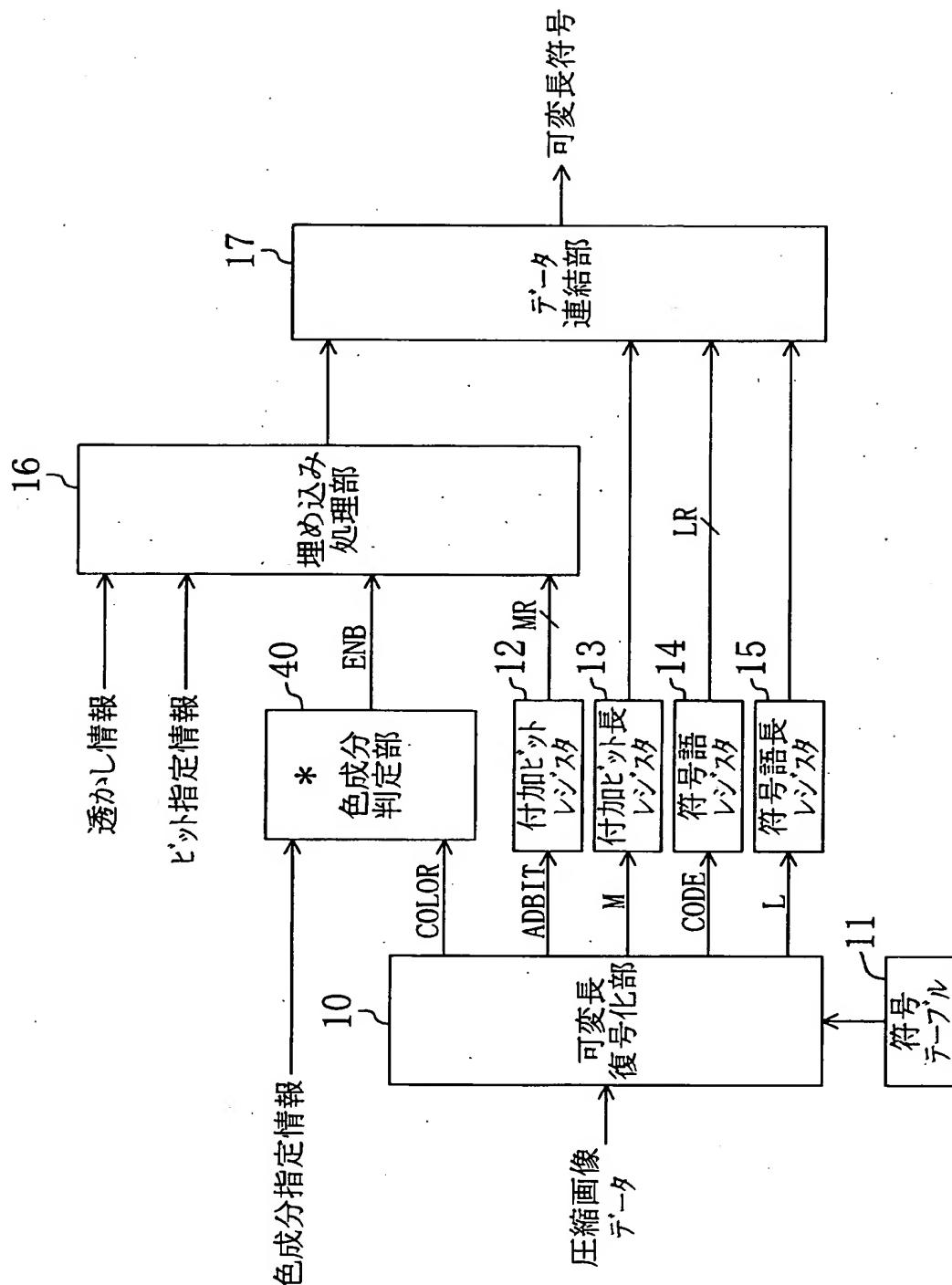


特2001-025664

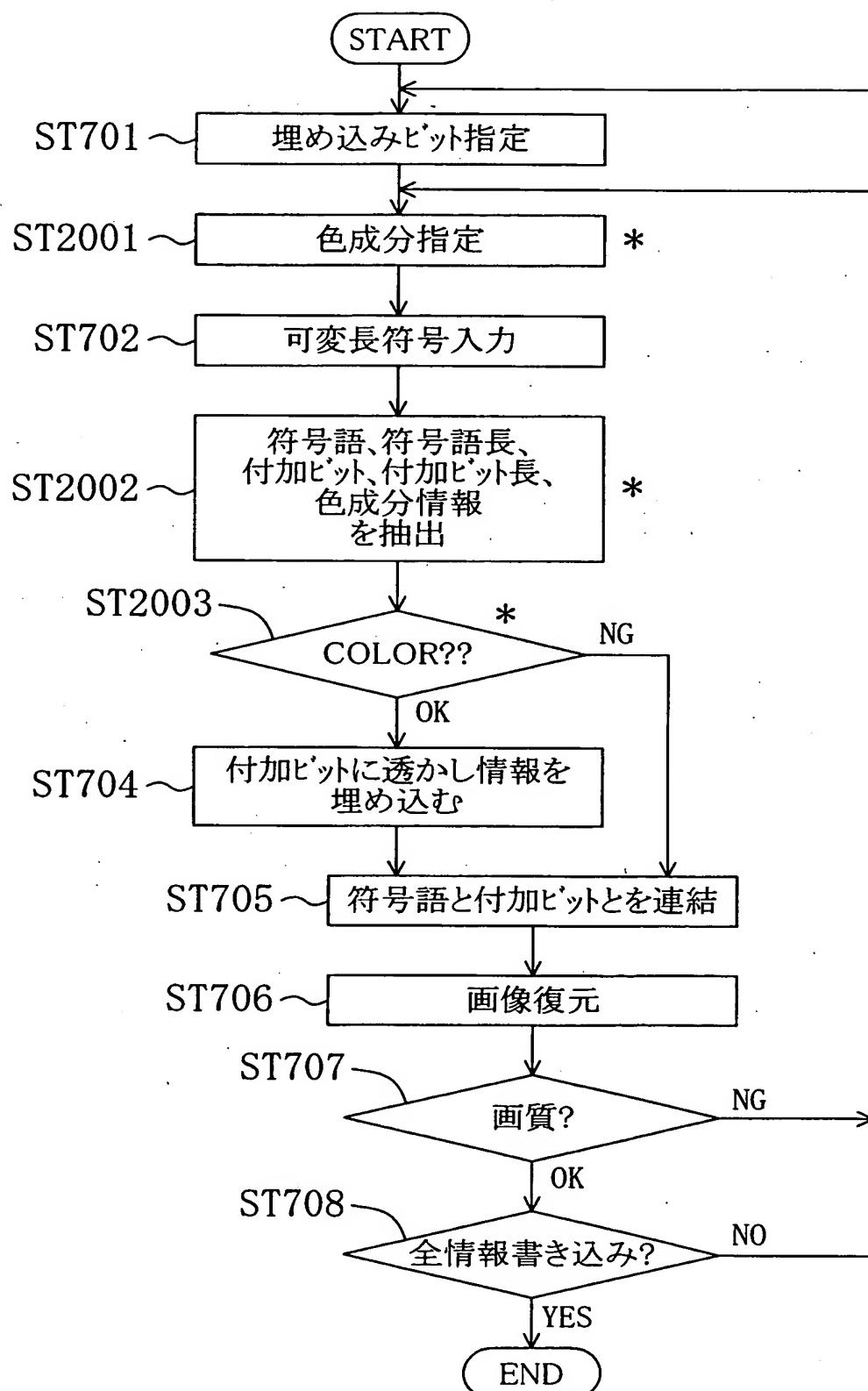
【図18】

最小ピット長 M(min)	最大ピット長 M(max)
3	7

【図19】



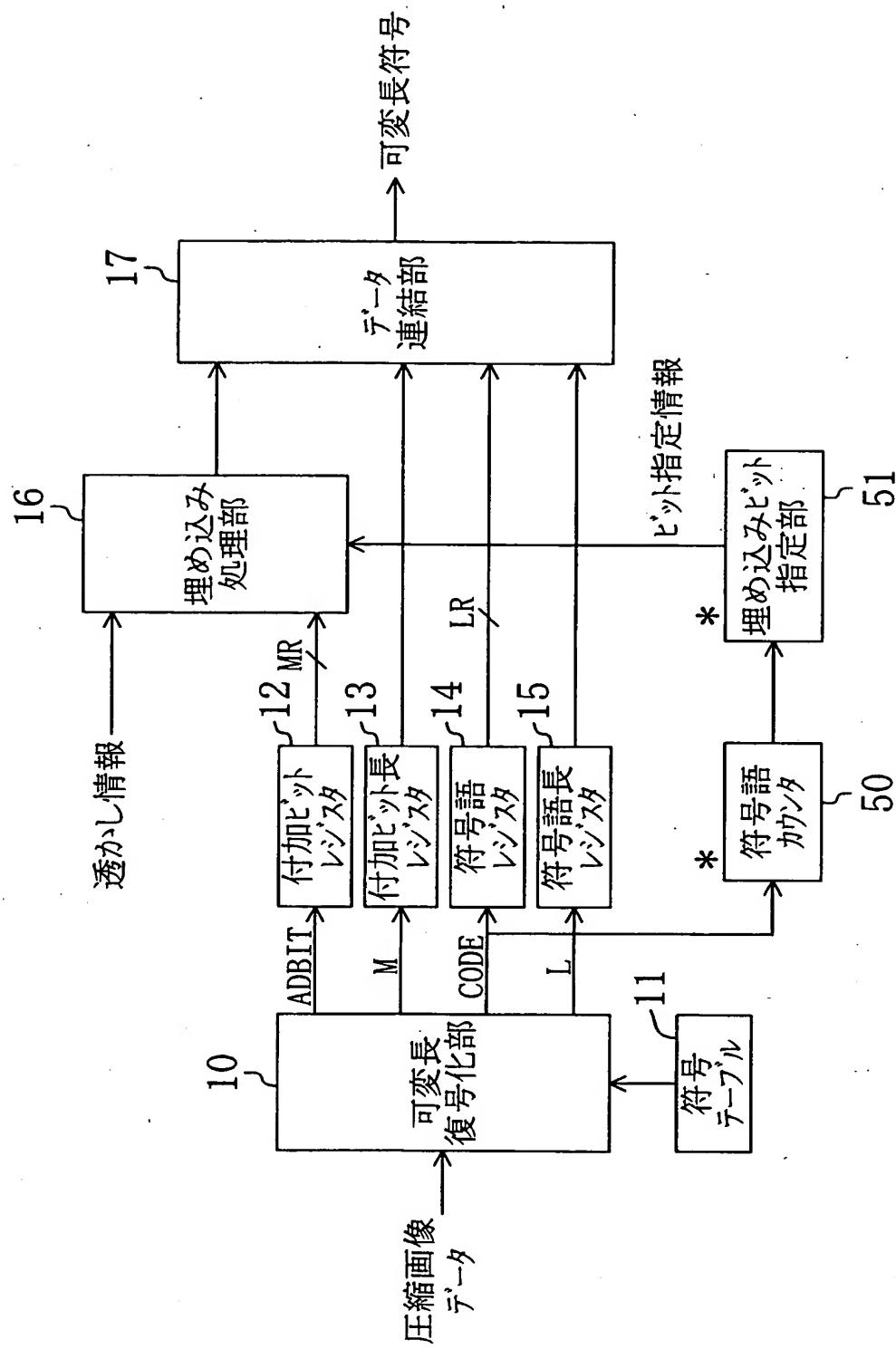
【図20】



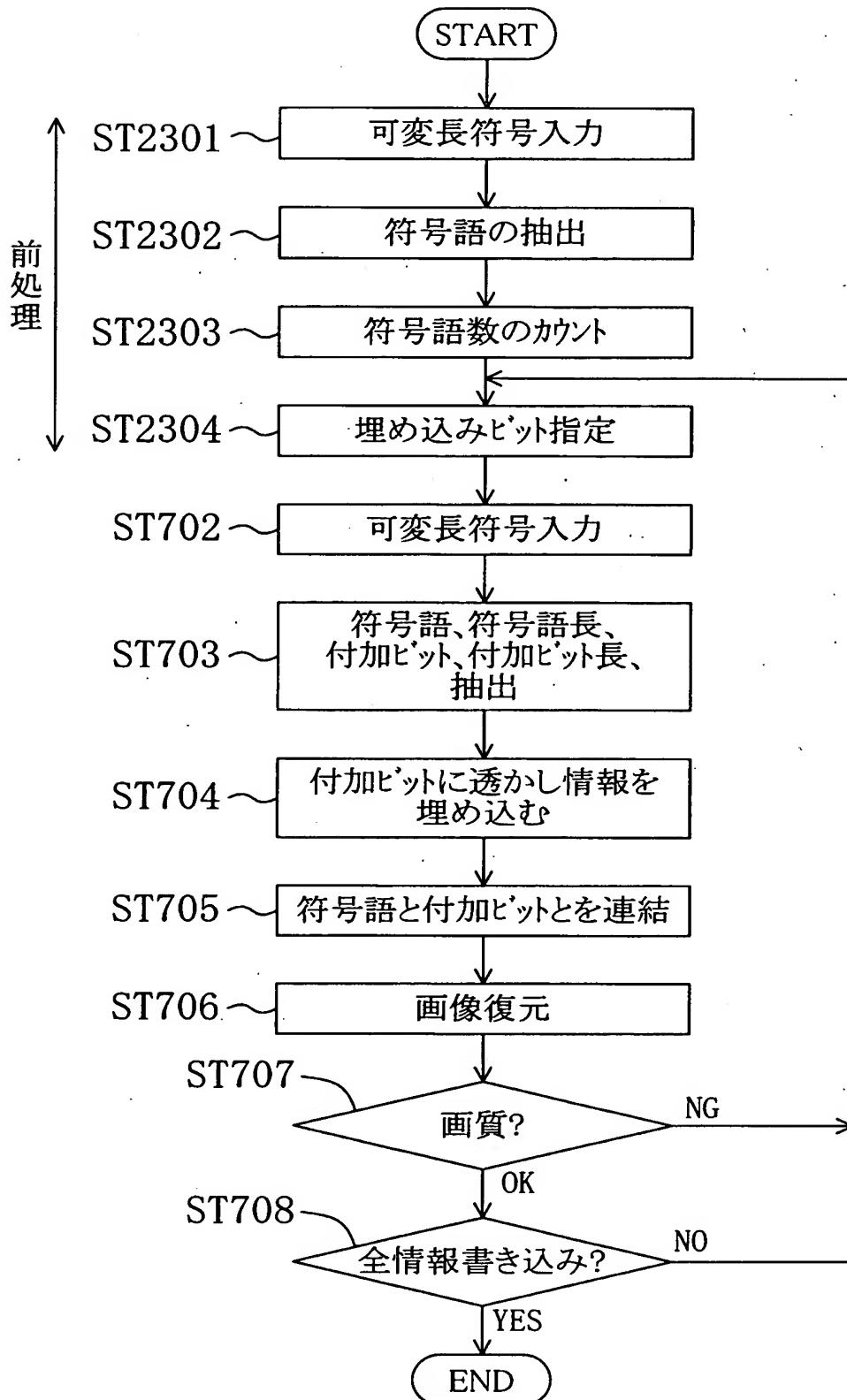
【図21】

色成分指定情報			透かし情報を埋め込む色成分
YE	UE	VE	
0	0	0	埋め込みなし
0	0	1	V成分のみ
0	1	0	U成分のみ
0	1	1	U成分とV成分
1	0	0	Y成分のみ
1	0	1	Y成分とV成分
1	1	0	Y成分とU成分
1	1	1	全ての色成分

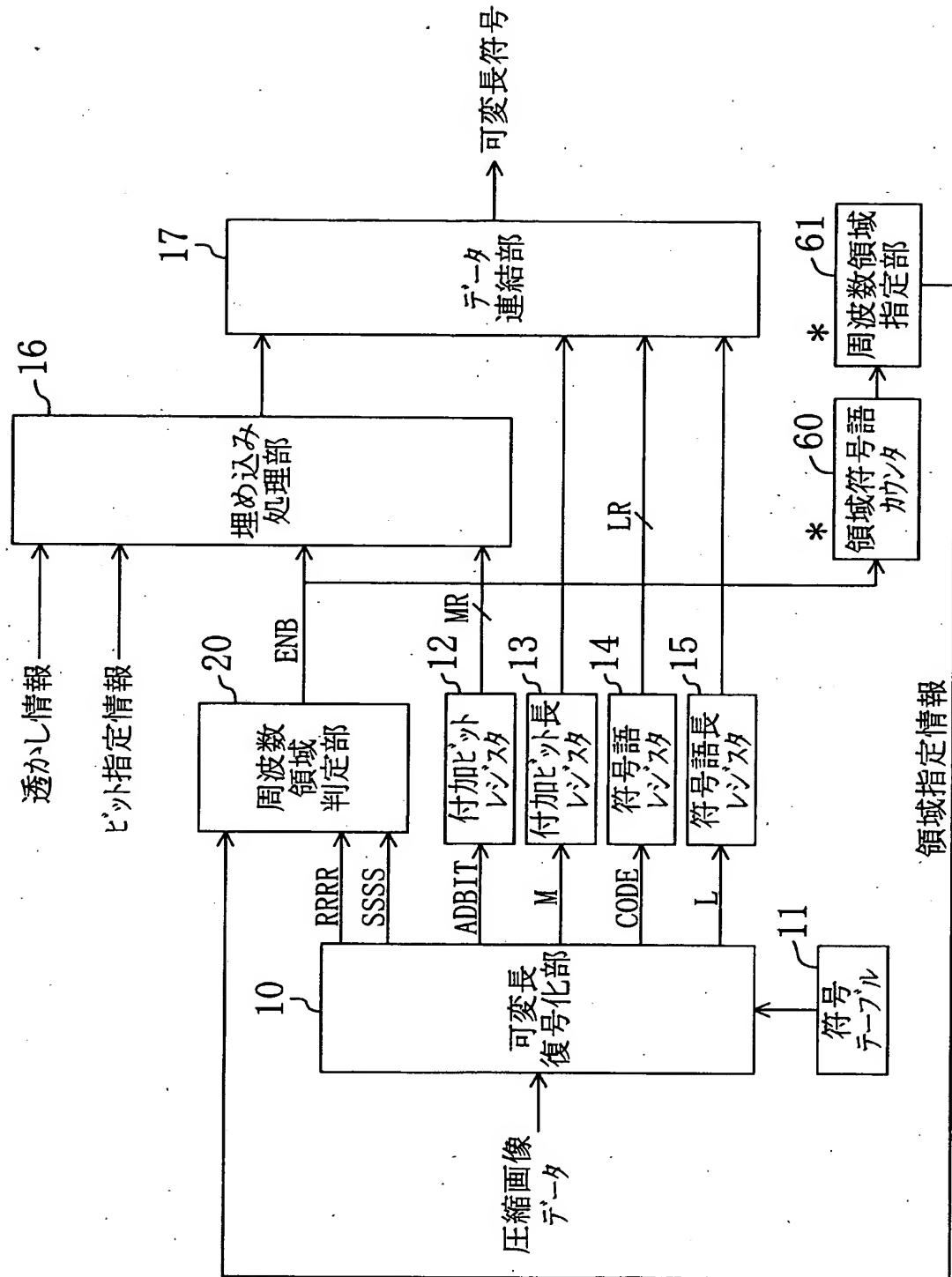
【図22】



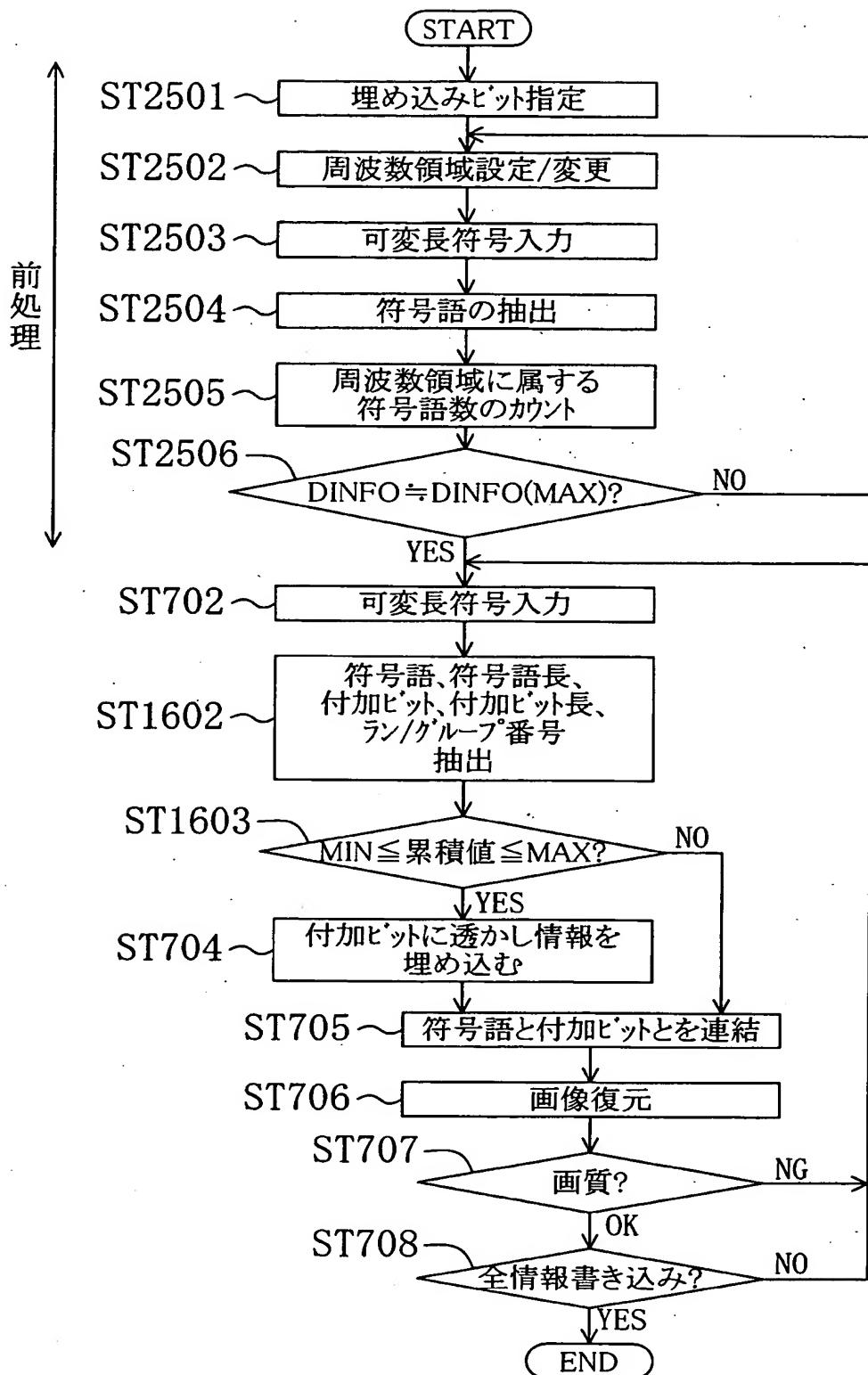
【図23】



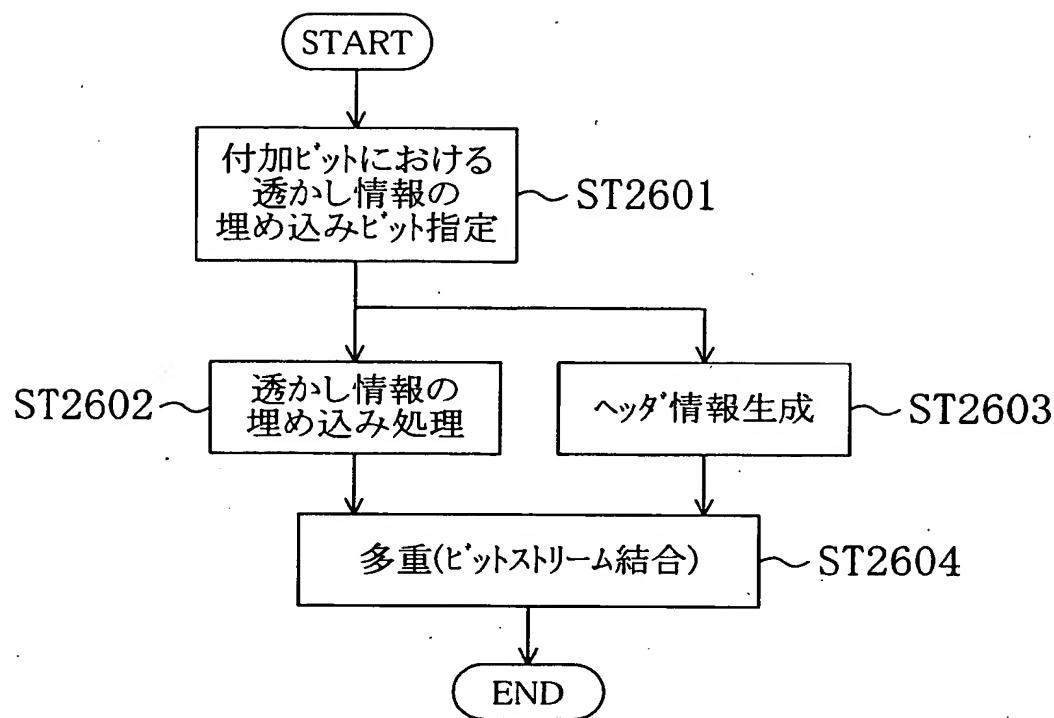
【図24】



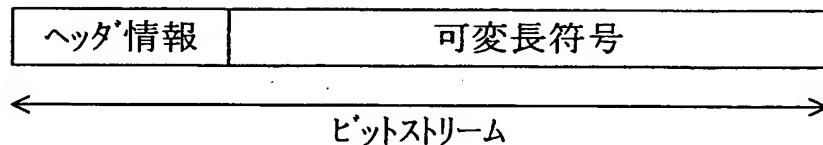
【図25】



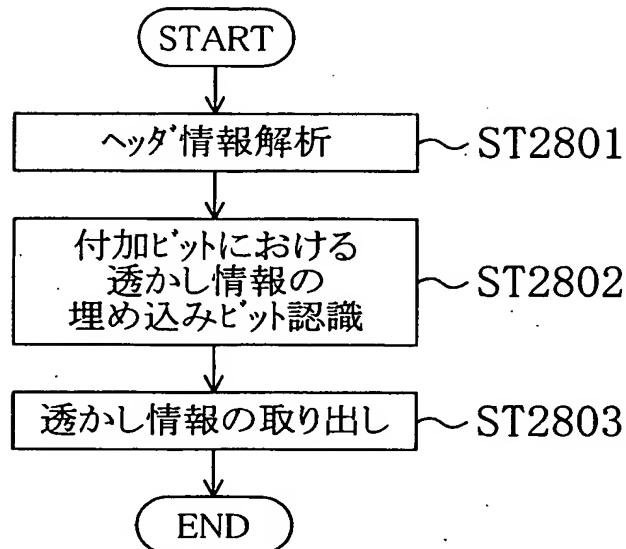
【図26】



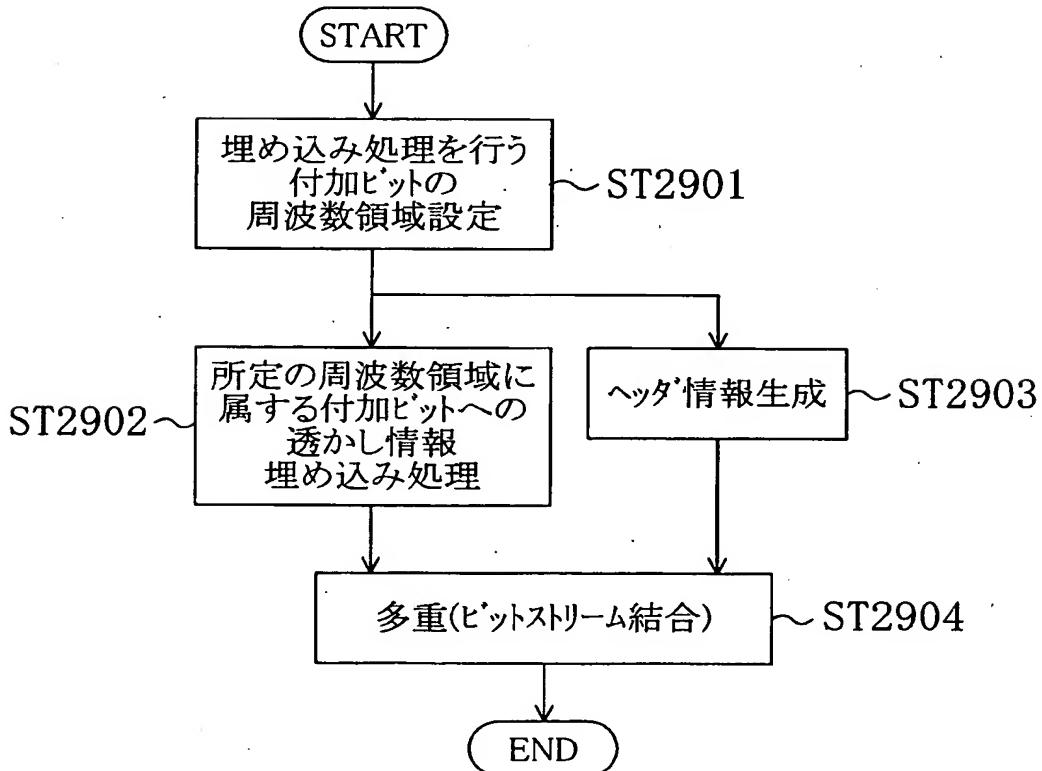
【図27】



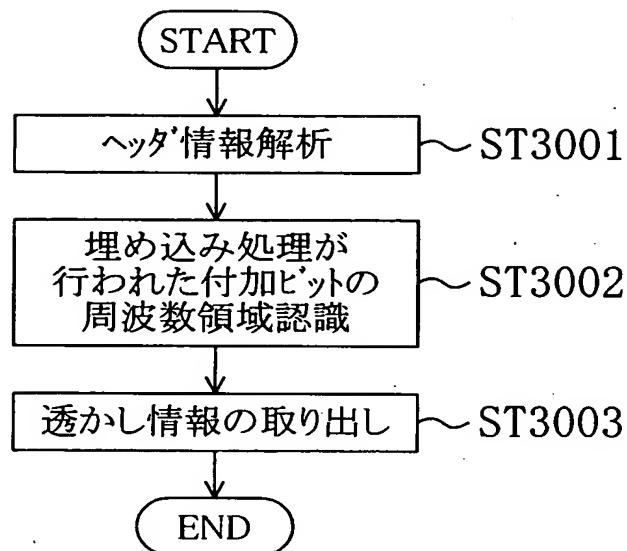
【図28】



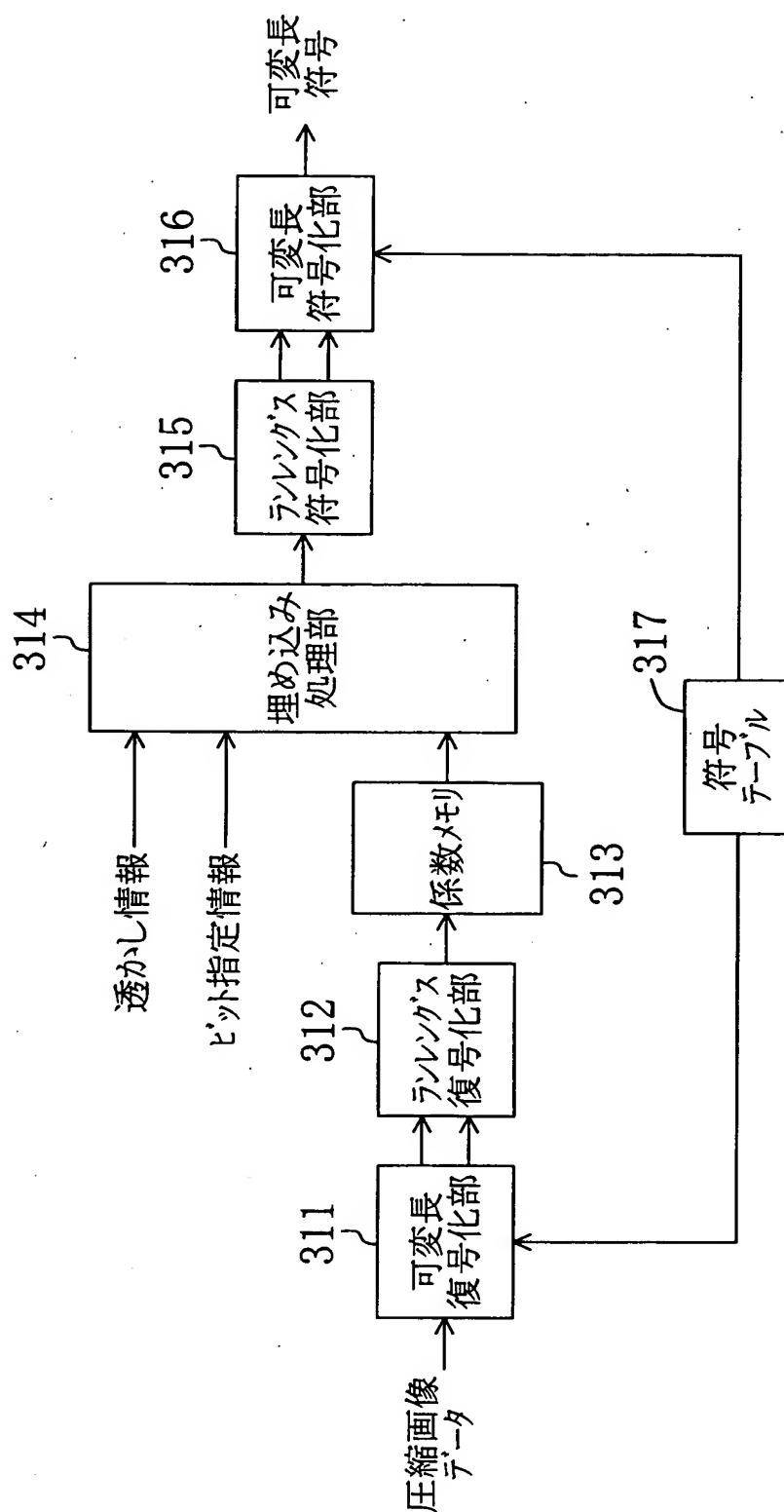
【図29】



【図30】



【図31】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 圧縮画像データに透かし情報を高速に埋め込む。

【解決手段】 可変長復号化部10は、符号語CODEと当該符号語に対応する付加ビットADBITとを符号テーブル11に基づいて圧縮画像データから抽出する。埋め込み処理部16は、可変長復号化部10によって抽出された付加ビットADBITの所定のビットに透かし情報を埋め込む。データ連結部17は、埋め込み処理部16によって透かし情報が埋め込まれた付加ビットと可変長復号化部10によって抽出された符号語とを連結して可変長符号を生成する。

【選択図】 図1

出願人履歴情報

識別番号 [000005821]

1. 変更年月日 1990年 8月28日

[変更理由] 新規登録

住 所 大阪府門真市大字門真1006番地

氏 名 松下電器産業株式会社